LEHRBUCH

DER

GEOGNOSIE

VON

D[R.] CARL FRIEDRICH NAUMANN.

Dritter Band.

Erste Lieferung.

(Bogen 1—12.)

Zweite verbesserte und vermehrte Auflage.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1866.



Vierzehnter Abschnitt.

Tertiäre Formationen.

Einleitung.

§. 436. *Allgemeine Verhältnisse der tertiären Formation.*

Während der tertiären Periode befand sich fast die Hälfte des jetzigen Festlandes, abwechselnd bald hier bald dort, im Zustande der Submersion, so dass die Tiefländer und die Bassins, welche sich zwischen seinen Plateaus und Gebirgsketten ausbreiten, theils mit marinen, theils mit limnischen oder auch mit fluviomarinen Sedimenten erfüllt wurden. Daher sind denn auch manche Tertiärformationen auf kleinere Bildungsräume beschränkt, was namentlich von vielen Süsswasserbildungen gilt, denen wir hier weit häufiger begegnen, als im Gebiete der älteren Formationen.

Im Allgemeinen aber lässt sich keineswegs behaupten, dass die Tertiärformationen den Charakter localer und geringfügiger Bildungen tragen, weil sich viele derselben hinsichtlich ihrer Mächtigkeit und Verbreitung mit den älteren Formationen messen können. Eines der auffallendsten Beispiele liefert uns die Nummulitenformation, welche fast die ganze alte Welt, von der pyrenäischen Halbinsel bis nach Japan, in einem fast ununterbrochenen Zuge durchsetzt, und, bei einer oft gewaltigen Mächtigkeit, zur Bildung der bedeutendsten Gebirgsketten beiträgt.

Uebrigens sind auch die tertiären Formationen oftmals von jenen abyssodynamischen Bewegungen ergriffen worden, durch welche Gebirgsketten erhoben und mächtige Schichtensysteme aufgerichtet, gefaltet oder dislocirt wurden, daher wir denn auch ihre Schichten nicht selten von diesen Dislocationen betroffen sehen, obgleich die in den Tiefländern ausgebreiteten Tertiärbildungen eine ungestörte Schichtung als ihre gewöhnliche Lagerungsweise erkennen lassen.

Ueber die petrographischen und paläontologischen Verhältnisse der Tertiärformationen ist im Allgemeinen etwa Folgendes zu bemerken.

Weiche und lockere, zerreibliche und lose Gesteine erscheinen wohl häufiger in ihrem Gebiete, als in den älteren Formationen; statt Conglomeraten begegnen wir oft lockeren Geröllmassen, statt Sandsteinen losen Sandablagerungen; weiche, plastische Thone spielen eine wichtige Rolle, und

selbst die Kalksteine haben oft eine eigenthümliche, lockere und tufartige Consistenz.

Diese weiche und zerreibliche Beschaffenheit vieler Gesteine war es auch, welche Bronn veranlasste, den in der französischen Schweiz für gewisse tertiäre Sandsteine üblichen Namen Mollasse zur Bezeichnung der ganzen Formationsgruppe zu benutzen, indem er sie mit dem Namen Mollasse-Gebirge belegte.

Aber weit entfernt, dass diese Beschaffenheit eine allgemeine genannt werden könnte, finden wir in manchen Tertiärformationen eben so feste, harte und schwer zerstörbare Gesteine, wie in den primären und secundären Formationen. Die Kalksteine, Sandsteine und Conglomerate der Nummulitenformation, die Nagelfluhen der Alpen, die Quarzite und Kalksteine vieler Süsswasserbassins, und manche andere, weit verbreitete tertiäre Gesteine wetteifern in ihrer Consistenz und Festigkeit mit den gleichnamigen Gesteinen der älteren und ältesten Formationen, und übertreffen oftmals jene weicheren Gesteine in der Häufigkeit oder auch in der Ausdehnung ihres Vorkommens.

Ueberhaupt aber sind es Conglomerate und Sandsteine, Geröll- und Sandmassen, Thone, Schieferthone, Mergel und mancherlei Kalksteine, welche die vorherrschenden Gebirgsglieder der Tertiärformationen zu bilden pflegen. Als mehr untergeordnete, obwohl sehr wichtige Gebirgsglieder erscheinen auch Gyps, Steinsalz, Steinkohlen oder Braunkohlen, Eisenerze und Manganerze.

In paläontologischer Hinsicht werden die Tertiärformationen besonders dadurch charakterisirt, dass die Flora und die Fauna eine immer reichhaltigere und manchfaltigere Entwickelung, eine immer grössere Annäherung an die Formen der Jetztwelt zeigen. Die Anzahl der Species, Geschlechter, Familien, Ordnungen und Classen nimmt fortwährend zu, und viele Species sind als noch gegenwärtig lebende erkannt worden. Dieses Auftreten noch jetzt lebender Species ist als ein vorzüglich wichtiges Moment hervorzuheben, welches sich, wenn auch vielleicht noch zweifelhaft für die ältesten Tertiärformationen, für die neueren Formationen in fortwährend gesteigertem Maasse geltend macht, während die Zahl der ausgestorbenen Species mehr und mehr im Abnehmen begriffen ist. Dabei ist aber der Charakter der Formen noch grossentheils ein solcher, durch welchen die Vermuthung gerechtfertigt wird, dass während der Tertiärperiode auch unter den höheren geographischen Breiten noch ein wärmeres Klima waltete, als gegenwärtig. ,,Das unmittelbare und allmälige Anschliessen der damaligen Lebenswelt an die jetzige durch eine immer grössere Anzahl ähnlicher und endlich identischer Sippen und Arten, die allgemeine Verbreitung der Säugethiere, Vögel, Batrachier und Knochenfische, das Auftreten der Süsswasserfische und Binnen-Conchylien, die grosse Anzahl der Polygastrica, das allgemeine Auftreten kronenblüthiger Pflanzen und besonders der Gamopetalen; diess sind die hauptsächlichen organischen Charaktere der tertiären Periode.'' Lethäa, 3. Aufl. VI, S. 87.

In der Pflanzenwelt insbesondere vermehren sich die Pandaneen, die Palmen und Coniferen, während die Cycadeen zurücktreten; besonders aber sind es

die angiospermen Dikotyledonen, welche von nun an in immer grösserer Menge und Vielartigkeit erscheinen. Im Thierreiche tritt diese Vervielfältigung der Formen noch weit auffallender hervor, da man bereits an 7000 Species von Thieren aus den verschiedenen Tertiärbildungen kennen gelernt hat. Die in der Kreideformation noch so zahlreichen Amorphozoën vermindern sich zwar auffallend; allein die Diatomeen und Foraminiferen nehmen bedeutend zu; ja, die letzteren haben in den Nummuliten eine solche massenhafte Entwickelung gefunden, dass man darüber erstaunen muss, welchen wesentlichen Antheil die Ueberreste dieser Thiere an der Bildung der äusseren Erdkruste genommen haben. Auch Korallen und Bryozoën stellen sich noch zahlreich ein. Unter den Echinodermen sind die Krinoiden fast gänzlich verschwunden, während die Echiniden in grosser Menge vorkommen. Unter den Mollusken sind die Rudisten mit der Kreideformation ausgestorben, die Brachiopoden auf sehr wenige Species reducirt, während die Conchiferen und Gatropoden eine vorherrschende Rolle in den Tertiärformationen spielen, welchen auch die meisten fossilen Land- und Süsswasser-Mollusken angehören; von den Cephalopoden sind die Belemniten und Ammoneen gänzlich verschwunden. Aus der Abtheilung der Gliederthiere erscheinen viele Serpula-Arten; die Balaniden beginnen; die kurzschwänzigen Dekapoden werden zahlreicher, die Arachniden und Insekten nehmen immer mehr überhand. — Was endlich die Wirbelthiere betrifft, so gehören unter den Fischen die Rajiden vorzugsweise, die Squaliden grossentheils der tertiären und der gegenwärtigen Periode an; dasselbe gilt ganz besonders von den Knochenfischen, während die Chimäriden und Ganoiden selten sind. Unter den Reptilien bilden die Batrachier und Ophidier eine fast ganz neue Erscheinung, während die Saurier auf sehr wenige Formen reducirt sind. Vögel und Säugethiere endlich gehören, mit sehr wenigen Ausnahmen, lediglich der tertiären, der quartären und der gegenwärtigen Periode an.

Wie sich schon bei der Kreideformation mehr als bei älteren Formationen eine durch die klimatischen und geographischen Verhältnisse ihrer verschiedenen Bildungsräume bedingte Verschiedenheit zu erkennen gab, so offenbart sich eine solche Verschiedenheit in einem noch weit höheren Grade bei den tertiären Formationen, weshalb denn auch die Ermittelung des Synchronismus ihrer verschiedenen Schichtensysteme mit noch grösseren Schwierigkeiten verbunden ist, zumal wenn es sich um die Vergleichung weit aus einander liegender Bassins handelt. Nur da, wo ziemlich innerhalb eines und desselben Bildungsraumes die Reihe der Tertiärformationen vollständig zur Entwickelung gelangt ist, wie solches in Belgien der Fall zu sein scheint, nur da wird es möglich sein, für diesen und die zunächst gelegenen Bildungsräume die Reihenfolge der einzelnen Schichtensysteme und damit eine allgemeine Gliederung der Tertiärformation festzustellen. Es würde aber gewiss ein vergebliches Bestreben sein, das für eine Region aufgefundene Gliederungsschema mit strenger Consequenz auf andere, weit entlegene Regionen anzuwenden, weil die klimatischen und geographischen Verschiedenheiten der Bildungsräume den Entwickelungsgang der neueren und neuesten Tertiärbildungen immer mehr modificirt haben, so dass selbst die gleichzeitigen Bildungen in ihren petrographischen und paläontologischen Eigenschaften immer weiter aus einander treten, je jünger sie sind, und je grösser ihre gegenseitige Entfernung ist.

Hiernach scheint es denn rathsam, auf eine sehr specielle Eintheilung und Parallelisirung der Tertiärformationen überhaupt zu verzichten, zumal in einem

Lehrbuche, wo es doch nur auf eine allgemeine Betrachtung derselben abgesehen sein kann. Bei aller Anerkennung des Werthes, welchen die oft sehr vielgliederigen Eintheilungen für einzelne Bassins haben, glauben wir uns daher an gegenwärtigem Orte nur auf die allgemeinere Eintheilung der tertiären Formationen beschränken zu müssen.

§. 437. *Allgemeine Eintheilung der Tertiärformationen.*

Wie die Tertiärformationen überhaupt gegen die älteren Formationen besonders dadurch ausgezeichnet sind, dass sich unter ihren organischen Ueberresten, und namentlich unter ihren Conchylien, theils ausgestorbene theils solche Species befinden, welche noch in der Jetztwelt lebend angetroffen werden, so ist auch eine allgemeine Eintheilung derselben auf das Verhältniss der ausgestorbenen und der noch jetzt lebenden Species gegründet worden.

Eine Vergleichung der verschiedenen Tertiärbildungen liess nämlich zu der Erkenntniss gelangen, dass die Zahl der vorweltlichen Species fortwährend im Abnehmen, die Zahl der jetztweltlichen Species dagegen fortwährend im Zunehmen begriffen ist, je weiter man aus dem Gebiete der älteren in jenes der neueren Tertiärbildungen aufwärts steigt: woraus sich denn das dem ganzen Entwickelungsgange der Natur vollkommen entsprechende Resultat ergab, dass in demselben Maasse, in welchem die Fauna und Flora der Vorwelt allmälig zurücktraten, die Fauna und Flora der Jetztwelt immer mehr das Uebergewicht erhielten. Diese vergleichenden Untersuchungen sind nun im Thierreiche besonders für die fossilen Conchylien durchgeführt worden, weil sie sich als die Ueberreste der am häufigsten vorkommenden, der am weitesten verbreiteten und der am längsten ausdauernden Organismen zu solchen Vergleichungen weit mehr eignen, als die Ueberreste von anderen Thierclassen oder auch von Pflanzen.

Der berühmte französische Conchyliolog Deshayes hat auf diese Weise an 3000 fossile Species verschiedener Tertiärformationen mit 5000 lebenden Species verglichen, um für diese Formationen das Verhältniss der vorweltlichen und jetztweltlichen Species zu ermitteln, und so gelangte er im Jahre 1830 zu dem Resultate, dass, wenn man, freilich ohne Berücksichtigung des gewiss sehr beachtenswerthen Verhältnisses der grösseren oder geringeren Frequenz ihrer Individuen, die Gesammtzahl der in jeder Formation bekannten Species in die beiden Zahlen der ausgestorbenen und der jetzt lebenden Species zerfällt, die letztere Zahl einen immer grösseren Werth erhält, je neuer die Formation ist. Indem er nun diese Zahlen für die drei schon früher unterschiedenen Abtheilungen der unteren, der mittleren und der oberen Tertiärformationen zu bestimmen versuchte, und dabei die Anzahl der lebenden Species in Procenten der Gesammtzahl ausdrückte, fand er, dass in den unteren Tertiärbildungen (von Paris und London) etwa 3, in den mittleren (von Bordeaux, Turin, Wien) etwa 19, und in den oberen, subapenninischen Tertiärschichten etwa 52 Procent der vorhandenen Conchylien auf noch gegenwärtig lebende Species zu beziehen sind*).

---

*) *Bull. de la soc. géol. I, 1830, p. 185 f.*

Lyell brachte eine auf diese Verhältnisse gegründete Nomenclatur in Vorschlag, durch welche der Eintheilung in untere, mittlere und obere Tertiärformationen ein bestimmterer Ausdruck und eine paläontologische Bedeutung verschafft werden sollte. Die von ihm vorgeschlagenen und bereits oben (B. II, S. 48) erläuterten Namen eocän, miocän und pliocän*) haben auch ganz allgemeinen Eingang gefunden; nur darf man wohl gegenwärtig die Bedeutung dieser Namen nicht zu speciell auf die damals von Deshayes bestimmten Zahlen beschränken; vielmehr muss diesen Verhältnisszahlen ein grösserer Spielraum zugestanden werden, wenn sie einer naturgemässen Eintheilung entsprechen sollen. Auch ist diess schon von Lyell geschehen, indem er die sicilianische und einige andere Tertiärbildungen, wegen der noch weit grösseren Quote lebender Species, als neuere pliocäne Formationen von den übrigen absonderte.

Ueberhaupt möchte wohl, wie schon d'Archiac bemerkte, diese auf das Verhältniss der lebenden und ausgestorbenen Species gegründete Eintheilung der Tertiärformationen nur in sehr allgemeiner Weise geltend zu machen sein, weil die Species an und für sich nicht selten ein unsicherer Begriff ist, weil man doch niemals weder alle Species einer Formation noch alle jetzt lebende Species kennt, und weil viele tertiäre Faunen nur locale sind, und also keine sichere Vergleichung zulassen. *Bull. de la soc. géol. 2. série, II, p.* 485. Karl Mayer aber hebt es hervor, dass, in Folge unserer erweiterten Kenntniss sowohl der verschiedenen tertiären Faunen, als auch der jetzigen Meeresfauna, die Verhältnisszahlen der ausgestorbenen und der noch lebenden Species in der eocänen, miocänen und pliocänen Abtheilung schon ganz andere geworden sind, als sie anfangs von Deshayes bestimmt wurden. Verhandl. der allg. schweizerischen Ges. für die gesammte Naturwiss. bei ihrer Versammlung in Trogen, 1857, S. 167, Anm. Dazu kommt noch, dass die reinen Süsswasserbassins gar nicht mit bei diesen Vergleichungen berücksichtigt werden können. Auch ist es schon deshalb um so nöthiger, jenen Verhältnisszahlen nur einen sehr ungefähren Werth beizulegen, oder sie innerhalb gewisser Gränzen schwankend zu denken, weil bei ihrer Bestimmung der sehr wichtige Unterschied der vorwaltenden und der nur selten vorkommenden Species, also die Frequenz der Individuen, gar nicht berücksichtigt worden zu sein scheint. Mein verehrter Freund Hörnes hat mich auf diesen Umstand aufmerksam gemacht, und ich glaube seiner Ansicht beistimmen zu müssen, dass die nur als Seltenheiten vorkommenden Species bei derartigen Vergleichungen keine Berücksichtigung erfahren können, weil es ja doch überhaupt weit mehr auf den allgemeinen Charakter der Fauna ankommt, der sich besonders in ihren vorherrschenden Species ausgedrückt findet.

Wenn wir nun aber auf den allgemeinen Charakter der Fauna achten, so finden wir, wie solches schon längst von Bronn und später von Hörnes hervorgehoben worden ist, dass in dieser Hinsicht zwar die eocänen Bildungen

*) Wegen der Orthographie dieser Namen ist zu bemerken, dass solche sehr gewöhnlich auch in teutschen Schriften eocen, miocen und pliocen geschrieben werden, was aber nicht richtig ist, weil unsere Sprache den Diphthong ae besitzt, und daher den sehr wesentlichen Unterschied zwischen *καινος* und *κενος* ausdrücken kann. Dass man aber äocän schreiben müsse, weil das Wort angeblich *αιοκαινος* heisse, diess ist eben so falsch, als dass man meocän schreiben müsse, weil man Mejonit und nicht Meionit schreibe; denn Meionit ist die richtige Schreibart, welche allenfalls durch Mionit, aber nie durch Mejonit zu ersetzen wäre.

sehr scharf von den jüngeren Tertiärbildungen getrennt sind, dass dagegen die miocänen und pliocänen Bildungen eine sehr grosse gegenseitige Annäherung zeigen. Dieses sehr auffallende Verhältniss bestimmte Bronn, schon in der ersten Auflage der Lethäa die Tertiärformationen überhaupt nur in eine untere und in eine obere Gruppe zu sondern, womit denn auch der später von Hörnes gemachte Vorschlag ganz übereinstimmt, die miocänen und pliocänen Bildungen unter dem Namen der neogenen Bildungen zu vereinigen, und im Allgemeinen nur eocäne und neogene Tertiärformationen zu unterscheiden.

Da auf das Urtheil so ausgezeichneter Paläontologen gewiss ein grosses Gewicht zu legen ist, so glauben wir unsern Lesern die Begründung desselben etwas ausführlicher vorführen zu müssen.

Der Unterschied der miocänen und pliocänen Bildungen, sagt Bronn, steht offenbar nicht auf derselben Rangstufe, wie der Unterschied zwischen ihnen beiden zugleich und den eocänen Bildungen. Der Charakter der eocänen Flora und Fauna ist in Europa wie in Amerika durchaus verschieden von jenem der mio- und pliocänen Flora und Fauna. Identische Species auf beiden Seiten sind sehr selten, und sogar die Genera der Säugethiere, der Pflanzen u. A. sind grösstentheils andere; dort nur ausgestorbene Arten, hier eine mehr oder weniger erhebliche Quote noch lebender Arten; dort noch grössere Universalität der organischen Charaktere, hier ein allmäliges Anpassen der organischen Formen an das jetzige örtliche Klima. Diese Gränze zwischen beiden Gruppen ist nicht nur in grösseren Umrissen durch die wichtigsten paläontologischen Merkmale festgestellt, sondern auch fast stets scharf geognostisch bestimmt durch eigenthümliche Gesteine, abweichende Lagerung oder bedeutende Lücken in der Reihenfolge der Bildungen.

Die untere (eocäne) Gruppe wird durch die ihr ausschliesslich angehörigen Nummuliten, durch die Anoplotherien, Paläotherien, Lophiodonten und ihre gewöhnlichen Begleiter, durch die bekannten Fucoiden aus dem Geschlechte Chondrites und durch eine auffallende Menge von Proteaceen charakterisirt, wie sie jetzt hauptsächlich in Neuholland und Südafrika vertreten sind. Die obere (mio- und pliocäne) Gruppe hat unter den Säugethieren die Halianassen, Dinotherien, Mastodonten, Elephanten, Rhinocerote, und eine Baum-Vegetation mit vorherrschenden Amentaceen, Acerineen, Juglandeen, Laurineen und nächstverwandten Familien zu eigen, wie solche jetzt im wärmeren Nordamerika und in den Mittelmeer-Gegenden hauptsächlich vorkommen. Auch die Insekten und Conchylien zeigen einen ähnlichen Gegensatz; sie sind dort von tropischem, hier von kaum subtropischem Charakter, der allmälig in den heutigen übergeht. — Von der eocänen Formation aufwärts bilden daher alle tertiäre Schichten, wenn man so will, nur noch eine Formation, und die Unterscheidung in miocän und pliocän kann nur noch der Bequemlichkeit wegen in gewissen Fällen angewendet werden. Lethäa, 3. Aufl. VI, S. 28 u. 45.

Hörnes hat die Güte gehabt, mir in einem Briefe seine Ansicht folgendermaassen zu motiviren. Er glaube durch seine Untersuchungen zu dem Resultate gelangt zu sein, dass zwischen der Fauna der Eocänperiode und jener der Neogenperiode eine sehr auffallende Verschiedenheit Statt finde, indem die erstere den Charakter einer tropischen, die letztere den einer subtropischen oder einer dem gemässigten Klima angehörigen Fauna hat. Dieses Resultat sei übrigens nicht neu, sondern längst bekannt, und er sei überzeugt, dass sich zwischen diesen beiden Gruppen der Tertiärformationen eine scharfe Gränze werde ziehen lassen. Besteht nun aber sonach ein scharfer Gegensatz zwischen den eocänen und miocänen Bildungen, so gehen wir weiter und fragen, welcher Unterschied zwischen den miocänen und

pliocänen Ablagerungen Statt findet. Da finden wir denn bei genauen Vergleichungen, dass, während bei den eocänen und neogenen Schichten von tausend Species kaum einige wenige übereinstimmen, in den miocänen und pliocänen Schichten die meisten Species dieselben sind. Allerdings giebt sich ein Unterschied der Formen derselben Species in den unteren und oberen Schichten zu erkennen; allein es sind doch immer dieselben Species; wovon man sich sehr gut überzeugen kann, wenn man eine grosse Sammlung zu seiner Disposition hat, um ganze Reihen aus den untersten bis zu den höchsten Schichten zusammenstellen zu können. Uebrigens sei auch dies nichts Neues; denn Bronn habe in der neuen Ausgabe seiner Lethäa häufig auf diese Verhältnisse aufmerksam gemacht. — Dieselben Ansichten hat Hörnes ausführlicher in einem Briefe an Bronn im Neuen Jahrb. für Min. 1853, S. 807 f. entwickelt. Noch ganz kürzlich sprach er sich aber folgendermaassen aus: Es handelt sich hierbei nicht darum, die Unterscheidung von miocän und pliocän ganz aufzugeben, sondern es war bei der Aufstellung des Neogens meine Absicht, lediglich die Zusammengehörigkeit der Faunen der einzelnen Etagen besser zu präcisiren. Wir sehen nämlich im Eocänen vor Allem tropische Formen auftreten, welche nach der Oligocänperiode verschwinden. Eben so treten in den unteren Schichten des Neogenen subtropische (Senegal-) Formen auf, die nach und nach gegen oben hin sich mit Mediterranformen mengen, bis sie endlich in den obersten Schichten ganz den Charakter der Mediterranfauna annehmen. Wie das Eocäne die Wiege der tropischen Fauna, so ist das Neogene die Wiege der subtropischen Fauna, die stetig, ohne scharfe Gränzen, zur Mediterranfauna umgewandelt wurde. Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt, B. 14, 1864, S. 510.

Es muss wohl als eine erfreuliche Bestätigung dieser Ansichten von Bronn und Hörnes gelten, dass sich auch Sismonda ganz in demselben Sinne ausgesprochen hat. Neues Jahrbuch für Min. 1853, S. 332 f.

Nach Hörnes würde man die Tertiärformationen am naturgemässesten etwa auf folgende Weise einzutheilen haben:

A. Eocäne Bildungen.
1. Aeltere Eocänbildungen; Paris, London.
2. Jüngere Eocänbildungen; Jeurre, Etampes, Lesbaritz, Système tongrien und rupélien in Belgien, Westeregeln bei Magdeburg, Lattdorf, Helmstädt, Cassel, Kreuznach u. s. w.

B. Neogene Bildungen.
3. Aeltere Neogenbildungen; Touraine, Bordeaux, Perpignan, Schweizer Mollasse, Wien, Turin, Polen.
4. Jüngere Neogenbildungen; Asti, Castell'arquato, Sicilien, Rhodos u. a.

Diese Eintheilung scheint auch dem Bedürfnisse einer allgemeinen Uebersicht hinreichend zu entsprechen, während allen speciellen Gliederungen, wie sie für einzelne Formationen in diesen oder jenen Ländern aufgestellt worden sind, doch immer nur eben für diese und die zunächst angränzenden Länder eine wesentliche Bedeutung und ein wirkliches Interesse zugestanden werden kann.

Alcide d'Orbigny unterscheidet innerhalb der Tertiärformationen fünf Abtheilungen oder Etagen, welche sich, wenn man die beiden ersteren vereinigt, auf vier reduciren würden, die den vier Abtheilungen von Hörnes ungefähr entsprechen; diese fünf Abtheilungen sind:

1. *Etage suessonien,* begreift wesentlich die Nummulitenformation;
2. . . . *parisien,* ältere Eocänbildungen;
3. . . . *tongrien,* jüngere Eocänbildungen;
4. . . . *falunien,* ältere Neogenbildungen;
5. . . . *subapennin,* jüngere Neogenbildungen.

§. 438. *Fortsetzung.*

Die zu Ende des vorigen Paragraphen stehende viergliederige Eintheilung der Tertiärformationen fand ihre Bestätigung in den Untersuchungen von Beyrich, welcher durch eine genaue Vergleichung der nordteutschen und mittelteutschen Tertiärschichten mit den analogen Bildungen Belgiens und Frankreichs zu der Ansicht gelangte, dass die jüngeren Eocänbildungen sowohl durch ihre organischen Ueberreste, als auch durch ihre Ablagerungsräume von den älteren Eocänbildungen sehr auffallend verschieden sind; weshalb er denn im Jahre 1854 den Vorschlag machte, sie unter dem Namen der oligocänen Formationen zu trennen. Dieser Vorschlag fand auch ziemlich allgemeinen Beifall. Da sich nun Hörnes noch neuerdings dahin erklärt hat, dass er durch den Collectiv-Namen neogen nur auf die scharfe Gränze zwischen den eocänen und den neueren Tertiärbildungen hinweisen wollte, ohne deshalb die Möglichkeit einer weiteren Eintheilung dieser beiden Haupt-Etagen in Abrede zu stellen, so lässt sich die viergliederige Eintheilung der Tertiärformationen auch in folgender Weise darstellig machen:

A. Paläogene Tertiärbildungen.
   1. Eocäne Formationen.
   2. Oligocäne Formationen.

B. Neogene Tertiärbildungen.
   3. Miocäne Formationen.
   4. Pliocäne Formationen.

Wenn wir nämlich die Worte eocän und oligocän zur Bezeichnung zweier gleichwerthiger Abtheilungen benutzen wollen, so kann das erstere Wort nicht füglich als Collectiv-Name für beide Abtheilungen zugleich gebraucht werden; weshalb ich mir erlaubt habe, einstweilen das Wort paläogen als Collectiv-Namen hinzustellen. Das vorstehende Schema aber wollen wir bei unseren folgenden Betrachtungen so weit als möglich zu Grunde legen.

Nachdem Beyrich zuerst in den Monatsberichten der Berliner Akademie vom Jahre 1854, S. 664 den Namen oligocän vorgeschlagen hatte, gab er in denselben Berichten vom Jahre 1858, S. 51 ff. eine wichtige Abhandlung über die Abgränzung der oliogocänen Periode, aus welcher wir zunächst Folgendes entlehnen. Die oligocäne Periode wird in Frankreich ganz besonders durch den Sandstein von Fontainebleau repräsentirt, welchen schon Elie de Beaumont und d'Archiac aus der eocänen in die miocäne Periode versetzt hatten, obleich aus ihm erst in neuerer Zeit zahlreichere organische Ueberreste als Beweise seiner Selbständigkeit erlangt worden sind. Lyell's Abhandlung über die Tertiärbildungen Belgiens, sowie Fridolin Sandbergers Bearbeitung des Mainzer Beckens erweiterten unsere Kenntniss von Parallelbildungen jenes Sandsteins von Fontainebleau. Für die nordteutschen Tertiärbildungen aber erlangte die Entdeckung des marinen Thons von Hermsdorf

bei Berlin eine ganz ausserordentliche Wichtigkeit, dessen Fossilien ihn als ein Aequivalent des Thons von Boom und Baesele in Belgien, somit auch als ein theilweises Aequivalent des Sandes von Fontainebleau erkennen liessen; diese Wichtigkeit steigerte sich, als derselbe Thon bei Cassel in Hessen über den Schichten der dortigen Braunkohlenformation nachgewiesen wurde. Durch diese und andere Nachweise wurden die beiden Thatsachen festgestellt:

1. dass der Sand und der Sandstein von Fontainebleau, sammt ihren Aequivalenten, einen sehr bestimmten Abschnitt in der Reihe der Tertiärformationen bezeichnen; und

2. dass diese Bildungen auch ihre besonderen Verbreitungsgebiete haben, welche eben so verschieden von jenen der älteren wie der jüngeren Tertiärbildungen sind.

Diese beiden Thatsachen gewähren der Aufstellung einer oligocänen Periode ganz vorzügliche Stützpuncte. Während aber der Sandstein von Fontainebleau die Mitte dieser Periode repräsentirt, so stellt Beyrich die unter ihm liegende Süsswasserbildung an den Anfang, und die über ihm folgende Süsswasserbildung an das Ende derselben.

Uebrigens ist die Zweckmässigkeit einer viergliederigen Eintheilung der Tertiärformationen bald nach Beyrich auch von anderen bedeutenden Auctoritäten anerkannt worden. So hat Hébert aus der verschiedenen Abgränzung des Meeres zur Zeit des Grobkalkes und des Sandsteins von Fontainebleau gefolgert, dass dieser nicht mehr als eocän gelten, und dass man auch vielleicht so verfahren könne, die Tertiärformationen in vier, statt in drei grosse Gruppen zu sondern. *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 12, *p.* 771. Noch bestimmter sprach sich Deshayes aus, indem er unterhalb des Pariser Gypses eine scharfe Gränzlinie anerkannte, und durch eine Vergleichung der Conchylien des Sandsteins von Fontainebleau mit denen des Grobkalkes zu der Folgerung gelangte, dass es wohl am zweckmässigsten sein möchte, jenen Sandstein, sammt den unter uud über ihm liegenden Süsswasserbildungen als eine selbständige Gruppe der Tertiärbildungen einzuführen, welche sich von den eocänen eben so wie von den miocänen Bildungen unterscheidet. *Desc. des animaux sans vertèbres, découverts dans le bassin de Paris, tome I.* 1860, *p.* 17.

Gegenwärtig haben sich schon viele Geologen der obigen neueren Eintheilung der Tertiärformationen angeschlossen; doch sind auch andere, weit speciellere Eintheilungen in Vorschlag gebracht worden. Eines der bedeutendsten Unternehmen der Art ist unstreitig dasjenige, welches der ausgezeichnete Paläontolog Karl Mayer, in seinem Versuche einer neuen Klassifikation der Tertiärgebilde Europas, im Jahre 1857 veröffentlicht hat*), mit welchem wir doch unsere Leser bekannt machen müssen, weil die von ihm vorgeschlagene Gliederung bereits von Manchen adoptirt worden ist, und nicht selten bei der Vergleichung verschiedener Tertiärbildungen berücksichtigt wird.

Nach einer historischen Einleitung über die allmälige Ausbildung unserer Kenntniss der Tertiärformationen und über die verschiedenen Versuche ihrer Eintheilung, erklärt er es für das zweckmässigste Verfahren, die Classification von Deshayes und die Nomenclatur von Lyell gänzlich aufzugeben, und an ihrer Stelle eine Eintheilung in bestimmte Stufen oder Etagen treten zu lassen.

---

*) Verhandl. der allg. schweizerischen Ges. für die gesammte Naturw. bei ihrer Versamml. in Trogen; 1857, S. 165 ff. Durch die Güte des Verfassers ist mir ein Exemplar der 3. Auflage seines *tableau synchronistique*, vom Jahre 1865, zugekommen, welches hier berücksichtigt worden ist.

Es sei vollkommen ausreichend und ganz naturgemäss, nur zwei grosse Haupt-Abtheilungen zu machen, von denen sich die untere durch den Mangel oder die grosse Seltenheit, die obere dagegen durch die Häufigkeit noch lebender Species von Fossilien auszeichnet. Jede dieser Abtheilungen zerfällt wiederum in sechs Stufen, als Resultate bedeutender Veränderungen in der Verbreitung und Configuration des Meeres. Diese Stufen sind nach ihrer Bedeutung gleichwerthig mit den verschiedenen Etagen der Kreide- oder Juraformation, obwohl paläontologisch nicht so scharf getrennt, was aber durch die Menge und die gute Erhaltung der Fossilien aufgewogen wird. Dennoch giebt es in jeder Stufe eine kleine Anzahl von Species, welche durch ihre grosse Häufigkeit und allgemeine Verbreitung für sie charakteristisch sind, wenn sie auch vereinzelt noch höher aufwärts und tiefer abwärts vorkommen. Zur Benennung dieser Stufen hat Mayer theils ältere Namen benutzt, theils neuere Namen in Vorschlag gebracht.

Aus den Thatsachen: 1. dass die Temperatur und die Fauna der Nordsee und des Mittelmeeres von einander verschieden sind; 2. dass die Temperatur Europas während der Tertiärzeit von einer subtropischen bis zur jetzigen gesunken ist; 3. dass die Tertiärgebilde Europas zwei verschiedenen, niemals direct verbundenen Meeren angehören, und 4. dass die zugleich lebend und fossil vorkommenden Meeresthiere heutzutage ihren Sitz entweder unter gleichen Breiten wie früher, oder unter südlicheren Breiten haben; — aus diesen Thatsachen hatte Mayer bereits im Jahre 1852 gefolgert, dass schon in der Tertiärzeit die länger dauernden Arten von Norden nach Süden sich verbreiten und zuletzt auswandern mussten; woraus sich denn ferner ergiebt, dass eine, der südlichen Region angehörige Stufe Arten enthalten kann, welche in der gleichalten Stufe der nördlichen Region nicht, wohl aber in der vorhergehenden Stufe vorkommen. Daher unterscheidet denn auch Mayer bei jeder Stufe die Bildungen der Nordzone und der Südzone; die Uebersicht seiner Stufen aber stellt sich folgendermaassen heraus.

A. Untere Tertiärgebilde.

1. Soisson-Stufe, oder *Etage soissonien.* Die Nordseebildungen dieser Stufe haben Prestwich, Hébert, Lyell u. A. beschrieben; hierher gehört in England Alles, was unter dem Londonthon liegt, in Frankreich Alles bis hinauf zu den Schichten mit *Ostrea bellovacina*, diese mit eingerechnet; aus der Südzone sind nur wenige Bildungen bekannt, wie z. B. die Mergel mit *Terebratulina tenuistriata*, südlich von der Mühle Sopite bei Biarritz.

2. London-Stufe, oder *Etage londonien.* Die Nordseebildungen dieser Stufe sind gut bestimmt, und besonders ausgezeichnet durch *Nummulites planulata;* die Südzone begreift die Sandkalke mit vielen Korallen und *Echinanthus Sopiteanus* bei Biarritz, sowie einen Theil der Nummulitenschichten der Départements der Aude und der oberen Garonne.

3. Pariser Stufe, oder *Etage parisien.* Sie wird in der Nordzone durch den Pariser Grobkalk, in der Südzone durch die Haupt-Nummulitenbildung der Alpen, der Krimm und vielleicht auch Spaniens repräsentirt.

4. Barton-Stufe, oder *Etage bartonien.* Zu ihr gehören in der Nordzone der Sand von Beauchamp und der Bartonthon; in der Südzone die oberen Nummulitenlager von Biarritz, von Nizza und der Ralligstöcke bei Thun, vielleicht auch jene der Corbières.

5. Ligurische Stufe, oder *Etage ligurien.* Sie begreift in der Nordzone die Süsswasserbildungen mit Paläotherien und Anoplotherien, sowie die Sandablagerungen von Egeln, Biere und Aschersleben bei Magdeburg; in der Südzone die Flyschbildung.

6. Tongrische Stufe, oder *Etage tongrien.* Sie ist eine der lehrreichsten Stufen, weil sie, deutlicher als jede andere, zwei petrographisch und paläontologisch

verschiedene, auf grosse Distanzen hin constante Facies erkennen lässt; in der Nordzone wird sie durch den Sand von Fontainebleau und Etampes, durch den Sand von Weinheim, den Septarienthon von Hermsdorf u. s. w. repräsentirt; in der Südzone durch die Nummulitenkalke mit Kohle von Annecy und Gap, sowie durch jene von den Diablerets, von der Dent du Midi, von Häring, Monte Bolca.

B. Obere Tertiärgebilde.

7. Aquitanische Stufe, oder *Etage aquitanien.* Zu ihr gehören in der Nordzone die obere Süsswasserbildung von Paris und Orleans, sowie jene der Auvergne, das Gestein von Sternberg, die Schichten von Osnabrück, Luitborst, Lemgo, Crefeld, der Cyrenenmergel und der Cerithienkalk von Mainz; in der Südzone die untere Süsswasserbildung, Mollasse und Nagelfluh von Lausanne, Vevey, Thun und vom Rigi, die Schichten von Sagor, Radoboj und Sotzka u. s. w.

8. Mainz-Stufe, oder *Etage mayencien.* In der Nordzone die Falüns der Touraine, der Litorinellenkalk von Mainz, Wiesbaden, Oppenheim, die Schichten von Saucats; in der Südzone die Süsswasserbildungen von Aix, Apt und Marseille die untere Süsswasser-Mollasse von Bern und Thun, der Sand von Grund, Loibersdorf, Pötzleinsdorf bei Wien.

9. Helvetische Stufe, oder *Etage helvétien.* In der Nordzone die Sandsteinfindlinge von Schleswig-Holstein, Lübeck und Mecklenburg, die Braunkohlen des Nieder-Rheins, des Westerwaldes und der Wetterau; in der Südzone die Meeresmollasse von Montpellier, Martigues, Bern und Luzern; der Leithakalk des Wiener Bassins.

10. Tortona-Stufe, oder *Etage tortonien.* Im Norden der Mergel von Sylt und Schleswig-Holstein der Knochensand von Eppelsheim und Laubenheim; im Süden die blauen Mergel mit *Conus canaliculatus* und *Ancillaria glandiformis* von Baden, Vöslau, Möllersdorf bei Wien, der Tegel von Lapugy, der obere schwefelführende Mergel von Radoboj.

11. Asti-Stufe, oder *Etage astien.* Sie begreift im Norden den Crag von Suffolk und Norfolk, die blauen Mergel des Dép. de la Manche, den Blättersandstein von Laubenheim und Wiesbaden; im Süden die blauen Mergel von Frejus, die obere Süsswasser-Mollasse der Schweiz und der bayerischen Hochebene, den Sand von Asti und die Mergel der Subapenninen-Formation.

12. Sahara-Stufe, oder *Etage saharien.* Dahin gehören einerseits der Crag von Norwich, anderseits der Sand der Subapenninen-Formation, und viele jüngere Bildungen.

Gruppiren wir diese Stufen nach den Abtheilungen des oben stehenden Schemas, so erhalten wir das Resultat, dass

den eocänen Bildungen die Stufen 1 bis 4,
den oligocänen Bildungen die Stufen 5 bis 7,
den miocänen Bildungen die Stufen 8 bis 10, und
den pliocänen Bildungen die Stufen 11 und 12

mehr oder weniger genau entsprechen.

Erstes Kapitel.
Nummuliten-Formationen.

§. 439. *Nummuliten- und Flysch-Formation* *).

Eine der grossartigsten und wunderbarsten Erscheinungen im Gebiete der Gebirgswelt tritt uns in den mächtigen Schichtensystemen der Nummulitenfor-

*) Wir geben diesen Paragraphen fast unverändert so, wie in der ersten Auflage, indem wir dabei den Haupt-Typus der nummulitenführenden Formationen berücksichtigen, aber

mation entgegen, welche in einem nur wenig unterbrochenen Zuge, von Spanien und Marocco aus durch die zu beiden Seiten des mittelländischen Meeres gelegenen Länder nach Aegypten*), Kleinasien und der Krimm, und weiterhin durch Südrussland, Persien und Ostindien bis an die Gränzen von China, ja bis nach Japan und Luzon verfolgt werden können, dabei stellenweise zu gewaltigen Gebirgen aufragen, und in ihrer Vereinigung jene grosse centrale Eocänformation der alten Welt bilden, welche innerhalb ihres erstaunlichen Verbreitungsgebietes dennoch eine solche allgemeine Uebereinstimmung ihrer Eigenschaften zeigt, dass man schliessen muss, es sei ein einziges, von Westen nach Osten ausgedehntes Meer gewesen, auf dessen Grunde diese Formation gebildet wurde**).

Die Nummulitenformation besteht wesentlich aus zwei Hauptgliedern: aus einem unteren, mit zahllosen Ueberresten von Nummuliten und anderen Seethieren erfüllten Gliede, und aus einem oberen Gliede, welches durch den fast gänzlichen Mangel aller thierischen Ueberreste eben so, wie durch das häufige Vorkommen von Fucoiden ausgezeichnet ist. Wir wollen mit Studer jenes die Nummulitenbildung, dieses die Flyschbildung nennen.

Diese beiden Hauptglieder der ganzen Formation erscheinen zwar bisweilen als ein paar getrennte, unabhängig von einander auftretende Bildungen; wo sie aber zugleich vorkommen, da behaupten sie stets die bestimmte Lagerungsfolge, dass die Nummulitenbildung nach unten, die Flyschbildung nach oben liegt. Auch kennt man mehre Beispiele von einer gegenseitigen Verknüpfung, indem der Flysch hier und da noch mehr oder weniger mächtige Einlagerungen von Nummulitengesteinen zeigt; wie dies z. B. nach Murchison bei Mosciano unweit Florenz, nach Studer an den Voirons, am Gurnigel und nach Gümbel am Grünten in den Alpen der Fall ist. Fischer-Ooster suchte zwar in seinem Werke: die fossilen Fucoiden der Alpen 1858, zu beweisen, dass die fucoidenführenden Flyschgesteine in den Alpen niemals über den Nummulitenschichten vorkommen. Das Verhältniss ist jedoch durch so viele Beobachtungen innerhalb und ausserhalb der Alpen nachgewiesen worden, dass es wohl als das normale Lagerungsverhältniss zu be-

---

vorläufig von den Unterscheidungen absehen, welche in neuerer Zeit geltend gemacht worden sind, und in den §§. 440 und 441 ihre nöthige Erwähnung finden werden. Manche in gegenwärtigem Paragraphen stehende Bemerkungen (wie z. B. die über die Basalttuffe und Steinkohlen) sind auf eine jüngere Nummulitenformation zu beziehen.

*) Die Pyramiden Aegyptens sind hauptsächlich aus Nummulitenkalkstein erbaut; Catullo erkannte schon im Jahre 1836 die Uebereinstimmung der tertiären Formation bei Cairo mit jener von Vicenza.

**) Als Hauptquelle für das Studium der Nummulitenformation sind zu empfehlen: die Abhandlung von *Murchison, on the structure of the Alps, Apennins and Carpathians,* 1849; der dritte Band von *d'Archiac, Histoire des progrès de la Géol.* 1850, so wie die *Description des animaux fossiles du groupe nummulitique de l'Inde par d'Archiac et Jules Haime,* 1853, Studer's Geologie der Schweiz, Bd. II, S. 87 ff., Rütimeyer über das schweizer Nummuliten-Terrain, 1850, und Gümbel, Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges, 1861, S. 579 ff. Die Zugehörigkeit der Nummulitenbildungen zu den Tertiärformationen ist wohl zuerst von Al. Brongniart im J. 1823 erkannt, dann lange bezweifelt, endlich aber von Eugen Sismonda im J. 1845, bei dem Naturforscher-Congress in Neapel, mit Bestimmtheit geltend gemacht worden.

trachten ist. Vergl. auch Gümbel, Geogn. Beschr. des bayerischen Alpengebirges, S. 613.

1. Nummulitenbildung. Ihre Gesteine stellen sich theils als Kalksteine theils als Sandsteine dar, sind aber gewöhnlich durch einen grossen Reichthum von Nummuliten und anderen Foraminiferen ausgezeichnet; ja, die Kalksteine erscheinen oft geradezu als Aggregate von millionenweise dicht über einander liegenden Nummuliten, als wahre zoogene Gesteine.

Die Nummulitenkalksteine sind meist feinkörnig bis dicht, zäh und schwer zersprengbar, bisweilen breccienartig, verschiedentlich grau, gelb, braun und schwarz, auch wohl durch Eisenoxyd roth gefärbt; ja dieser Eisengehalt nimmt mitunter so überhand, dass sich fast kalkige Rotheisensteine ausbilden. Sie bestehen oftmals fast nur aus bald kleinen, bald thalergrossen Nummuliten, welche besonders auf der verwitterten Gesteinsoberfläche dicht an einander gedrängt im Relief hervortreten. Auch der sogenannte Granitmarmor von Neubeuern und anderen Orten, ein granitartig gefleckter, von zahllosen kleinen Korallen und einzelnen Nummuliten erfüllter sandiger Kalkstein gehört nach Schafhäutl und Gümbel hierher *).

Oft ist der Kalkstein mit Sand gemengt, wodurch Uebergänge in Sandstein und Quarzit vermittelt werden, welche bisweilen, und zumal nach oben, mit dem Kalksteine abwechseln. Bisweilen erscheinen auch Mergel und Mergelschiefer. Berühmt wegen ihrer zahlreichen und wohlerhaltenen Fischabdrücke sind die mergeligen Kalksteine des Monte Bolca bei Verona, welche ebenfalls der Nummulitenformation angehören.

Die Nummulitensandsteine sind bald quarzig, bald thonig, meist grau, gelb oder braun, auch grün durch Glaukonitkörner, und schwarz; die dunkelfarbigen zeigen sich nicht selten weiss gesprenkelt, oft polyëdrisch zerklüftet und so schwer zersprengbar wie Grünstein; die hellfarbigen sind bald locker, bald so fest wie Quarzit. Sie pflegen ärmer an organischen Ueberresten zu sein, als die Kalksteine, enthalten aber doch in einzelnen Schichten oft zahlreiche Nummuliten, Orbitoliten und andere Fossilien. Der braune und grüne Nummulitensandstein am Nordrande der Alpen, bei Sonthofen und am Kressenberge (oder Teisenberge) in Baiern, sowie bei Dornbirn und Fähnern in der Sentisgruppe, ist oft sehr reich an Eisenoxydhydrat, welches sogar zu Flötzen eines eigenthümlichen oolithischen Eisenerzes concentrirt ist. In Spanien spielen auch Conglomerate eine wichtige Rolle, wie denn z. B. die durch ihre schroffen ausgezackten Bergformen bekannten Conglomerate des Montserrat in Catalonien nach Véziau der unteren Etage der Nummulitenformation angehören.

2. Flyschbildungen. Sie bestehen aus dunkelfarbigen Schiefern (Flysch) und Sandstein, aus thonigem Kalkstein, Kalkschiefer, Mergelschiefer und Kalksteinbreccie, erlangen oftmals eine ganz ausserordentliche Mächtigkeit, enthalten aber von organischen Ueberresten gewöhnlich gar nichts, als Fucoiden, zumal *Chondrites intricatus* und *Ch. Targionii*, deren Abdrücke oft in grosser Menge die Schichtungsfugen und Spaltungsflächen der Kalksteinschiefer und Sandsteinschiefer bedecken, weshalb denn auch diese Gesteine häufig unter dem sehr bezeichnenden Namen Fucoidensandstein oder Fucoidenschiefer aufgeführt werden. Von thierischen Ueberresten (zweifelhafter Art) lassen sich fast nur die von Schafhäutl sogenannten Helminthoiden und die seltsamen Gestalten des *Nemertites Strozzii Savi* nennen.

*) Neues Jahrb. der Min. 1846, 650 und 1852, 183 f. Gümbel a. a. O. S. 618.

Doch sind die durch ihre Fische berühmten Schiefer vom Plattenberge bei Glarus nach Murchison und d'Archiac gleichfalls hierher zu rechnen, was indessen Bronn noch nicht für völlig erwiesen hält. Auch ein paar in den Alpen vorkommende Gesteine, nämlich der Taviglianaz-Sandstein, ein dunkelgrünes, weissgesprenkeltes, kleinkörniges, an Diabastuff erinnerndes Gestein, und der Ralligsandstein, ein grüner und brauner, bisweilen auch rother, durch Nester einer kleinkörnigen Breccie ausgezeichneter Sandstein, sind als Glieder der Nummulitenformation erkannt worden*). In den Alpen sind mehrorts, wie im Habkerenthale, am Gurnigel und am Bolgen, sehr grossstückige Granit-Breccien und Conglomerate bekannt, deren Blöcke oder Gerölle oft ganz ausserordentliche Dimensionen haben. Im Sihlthale bei Yberg, und bei Grabs in St. Gallen kennt man ähnliche Breccien, deren Blöcke aus Gesteinen der Juraformation bestehen, worüber Bachmann interessante Mittheilungen machte; (Vierteljahrschr. der naturf. Ges. in Zürich, VIII, S. 1 f.). Dergleichen colossale Breccien wiederholen sich auch in der Nummulitenformation der Karpathen, wie Hohenegger gezeigt hat. Zahlreiche, scharfkantige und zum Theil ungeheuere Blöcke von Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, Kalkstein, Sandstein und Schieferthon der Steinkohlenformation bilden, zugleich mit kleineren Bruchstücken und feinerem Schutte, Breccienschichten, in denen hier und da Nummuliten vorkommen**). Uebrigens sind es die schieferigen und sandigen Gesteine der Flyschbildungen, welche von den Italiänern Macigno, die kalkigen Gesteine aber, welche von ihnen Alberese genannt werden. Da nach Zeuschner und K. v. Hauer das Bindemittel der Fucoidensandsteine wesentlich aus den Carbonaten von Kalk, Eisenoxydul und Magnesia besteht, so ist es erklärlich, dass diese Gesteine von allen Klüften einwärts oft gelb oder braun gefärbt sind, was auch von den meist licht blaulichgrauen mergeligen Kalksteinen und Kalkschiefern gilt. Wülste auf den Schichtungsflächen gehören ebenfalls zu den gewöhnlichen Erscheinungen. — Die bedeutende Mächtigkeit und Verbreitung, welche der Macigno und Alberese in der Apenninenkette zeigen, so wie der ganz eigenthümliche paläontologische Charakter dieser Gesteine bestimmten Pilla im Jahre 1845, die Flyschbildung als eine selbständige Formation unter dem Namen *terrain étrurien* einzuführen, was jedoch wenig Beifall gefunden hat. Auch Favre erklärte sich für die Unabhängigkeit des Macigno oder Flysches von der Nummulitenformation; *Bibliothèque univ. de Genève*, 1847, *p.* 418 ff. Mayer und Gümbel sind derselben Ansicht.

Als einige untergeordnete Bildungen der Nummulitenformation sind Basalttuff, Jaspis, Steinkohlen, Gyps, Steinsalz, Schwefel, und Eisenerze zu erwähnen, weshalb denn auch diese Formation in technischer und nationalökonomischer Hinsicht oftmals eine grosse Wichtigkeit erlangt, abgesehen davon, dass viele ihrer Gesteine als Bausteine, als Dachschiefer (Lavagna) u. s. w. benutzt werden können.

Basalttuffe sind besonders im Val-Nera, bei Ronca, Montecchio maggiore und Monte Viale in der Umgegend von Vicenza bekannt; sie wechseln daselbst zum Theil regelmässig mit Nummulitenkalkstein, enthalten bisweilen selbst Nummuliten

---

*) Im Ralligsandstein sind Pflanzenreste gefunden worden, welche nach Fischer-Ooster mit denen der eocänen Flora von Sotzka übereinstimmen. Studer, a. a. O. S. 115, und Mittheilungen der naturf. Ges. zu Bern, 1852, Nr. 237.

**) Sogar Blöcke von Steinkohlen finden sich in diesen Breccien; bei Fritschowitz in Mähren sah Hohenegger einen 3 Centner schweren Block; bei Woikowitz ein 15 F. langes und 8 F. dickes Fragment von Schieferthon mit Farnkräutern, Calamiten und Lepidodendren. An vielen Orten sind die Kohlenfragmente so häufig, dass sie von den Schmieden benutzt werden.

und andere organische Ueberreste, und sind von Al. Brongniart unter dem Namen Brecciole, in seinem bekannten *Mém. sur les terrains calcareo-trappéens du Vicentin* (1823), so wie von Bronn ausführlich beschrieben worden.

Jaspis ist namentlich in den Apenninen Ober-Italiens, bei Pietra Mala, Prato, Borghetto u. a. O. vielfach bekannt; er bildet regelmässige Schichten, ist theils einfarbig roth, theils bunt gestreift, und findet sich besonders in der Nachbarschaft der dortigen Serpentine und Gabbros; (vergl. Bd. II, S. 439). Auch die bekannten Aegyptischen Kugeljaspise liegen in der Nummulitenformation, und enthalten bisweilen selbst Nummuliten. Haidinger, Handb. der bestimmenden Mineral. S. 325.

Steinsalz, Gyps und Schwefel. Durch die Untersuchungen von Verneuil und Collomb ist es erwiesen worden, dass die bekannten Steinsalz-Ablagerungen von Cardona, Paralta u. a. O. in Catalonien der Nummulitenformation angehören; da sie von Gyps, so wie von rothen Mergeln und Sandsteinen begleitet werden, so zeigen sie eine grosse allgemeine Aehnlichkeit mit den Steinsalzgebilden der Trias. Höchst wahrscheinlich sind die Steinsalzstöcke Siciliens, sowie die dortigen Gyps- und Schwefelbildungen, desgleichen manche Salz- und Gyps-Stöcke Kleinasiens und Armeniens ebenfalls in das Gebiet der Nummulitenformation zu verweisen; doch wird die sicilianische Bildung von Pinteville für pliocän erklärt, während Gravina sie zwar für eocän hält, allein über die Nummulitenformation stellt.

Kohlenflötze bilden keine seltene Erscheinung, auch sind sie oft mächtig genug, um abgebaut werden zu können; so z. B. bei Entrevernes in Savoien, am Abhange der Diablerets bei Anzeindaz unweit Bex, wo die Kohle 2 bis 3 Meter mächtig und von anthracitähnlicher Beschaffenheit ist, bei Beatenberg und in den Ralligstöcken, bei Gutaring in Kärnthen, bei Albona in Istrien.

Eisenerze. Die dunkelgrünen und dunkelbraunen Nummulitensandsteine, wie solche in der Gruppe des hohen Sentis in Appenzell, bei Sonthofen, Neubeuern, Eisenerz, Mattsee und am Teisenberge oder Kressenberge bekannt sind, füllen sich oft dermaassen mit kleinen, mohn- bis hirsekorngrossen, schwarzbraunen Körnern von Eisenoxydhydrat, dass sie in förmliche Schichten von oolithischem Eisenerz übergehen, welches nach den Analysen v. Kobell's 27 bis 55 Procent Eisenoxyd enthält und mehrorts zu einer bedeutenden Eisenproduction verwendet wird, obgleich es nach Schafhäutl durchschnittlich nur 22 Procent Eisen liefert.

In den Pyrenäen, im Atlas, in den Alpen, Apenninen, Karpathen und in allen den Gebirgen, an deren Bildung die Nummulitenformation Theil nimmt, sind ihre Schichten oft von gewaltsamen Convulsionen und Dislocationen betroffen und nicht selten bis zu den höchsten Gipfeln hinaufgedrängt worden.

Die Nummulitenformation ist an ihrer unteren Gränze oft so innig mit der Kreideformation verbunden, dass es nicht befremden kann, wenn früher zwischen beiden ein sehr inniger Zusammenhang vorausgesetzt wurde, welchen man wenigstens so auffassen zu können meinte, dass der Nummulitenkalkstein eine Art von Uebergangsbildung aus der cretacischen in die eocäne Formation darstelle. Allein die häufige concordante Auflagerung und die bisweiligen petrographischen Uebergänge können, wie Murchison bemerkt, den durch die abweichende Fauna beider Formationen äusserst scharf ausgesprochenen Unterschied nicht verwischen. Uebrigens zeigt auch die Nummulitenformation sehr häufig eine übergreifende oder transgressive Auflagerung auf weit älteren Formationen, wodurch schon ihre Unabhängigkeit von der Kreideformation erwiesen wird. Dass aber noch einige wenige organische Ueberreste aus der Kreide in die Nummulitenbildung hinaufreichen, darüber kann man

sich wohl bei zwei unmittelbar auf einander folgenden Formationen nicht wundern.

Von der Fauna der Nummulitenbildung hat d'Archiac eine vollständige Uebersicht geliefert, aus welcher wir Folgendes entlehnen *). Die Anzahl der (im Jahre 1850) bekannten Species beträgt 1677; darunter befinden sich:

920, welche der Formation eigenthümlich und
323, welche unzweifelhaft tertiär sind;
5, welche unzweifelhaft und
14, welche vielleicht cretacisch sind;
374, noch unbestimmte, und
61, noch zweifelhafte Species.

Von den tertiären Species sind 270 in denjenigen eocänen Schichten Nordfrankreichs, Englands und Belgiens bekannt, in welchen gleichfalls Nummuliten vorkommen. Da nun die der Formation eigenthümlichen Species weit mehr einen tertiären, als einen secundären Charakter haben, so kann wohl die Nummulitenformation mit allem Rechte der älteren Eocänformation des nordwestlichen Europa parallelisirt werden. Als vorzüglich charakteristische, weil am weitesten verbreitete und am häufigsten vorkommende Species hebt d'Archiac 67 hervor, von welchen 33 zugleich als charakteristische Formen der eocänen Schichten von Paris und London bekannt sind.

Diese 67 Leitfossilien sind nämlich folgende **).

Korallen.

Phyllocaenia irradians EH. = *Astraea radiata Mich.*
* *Trochocyathus sinuosus EH.* = *Turbinolia sin*

Foraminiferen.

Orbitolites Fortisii d'Arch. = *Orb. discus* und *parmula Rütim.*
. . . . . *papyracea d'Arch.*
. . . . . *radians d'Arch.*
. . . . . *stellata d'Arch.*
. . . . . *submedia d'Arch.*
* *Nummulites laevigata Lam.*
. . . . . . *biaritzana d'Arch.* ***); jetzt *N. biaritzensis d'Arch.*
* . . . . . . *elegans Sow.*; jetzt *N. planulata d'Orb.*
. . . . . . *intermedia d'Arch.*
. . . . . . *globosa Rütim.*; ist nach d'Archiac = *N. perforata d'Orb.*
. . . . . . *globulus Leym.*; jetzt *N. Ramondi Defr.*
. . . . . . *polygyrata Rütim.* (non *Desh.*); ist nach d'Archiac = *complanata Lam.* und erlangt 7 bis 10 Centimeter im Durchmesser.

---

*) Dieses *Tableau de la Faune nummulitique* befindet sich im dritten Bande der *Histoire des progrès de la géologie, p.* 225—304.

**) Die auch bei Paris und London vorkommenden Species sind hier mit einem * bezeichnet.

***) Da d'Archiac in seiner Monographie der Nummuliten manche Namen geändert hat so führen wir die jetzt von ihm adoptirten Synonymen an. Statt der in den Alpen häufigen Species, welche hier unter dem Namen *assilinoides* nach Rütimeyer aufgeführt worden ist, nennt d'Archiac als Leitfossil eine andere Species, nämlich *N. spira Roissy.*

Nummulites assilinoides Rütim.; ist nach d'Archiac = *N. exponens* Sow.
* . . . . . . *scabra* Lam.
. . . . . . *spissa* Defr.; ist nach d'Archiac, welcher sie früher als *N. crassa* abbildete, blos eine Varietät von *N. perforata d'Orb.*
Operculina Boissyi d'Arch.
. . . . . . *ammonea* Leym.
Alveolina ovoidea d'Orb.
. . . . . *oblonga* d'Orb.
. . . . . *melo* d'Orb.

Krinoiden.

Pentocrinus didactylus d'Orb.

Echiniden.

Hemiaster obesus Des.
Echinolampas subsimilis d'Arch.
. . . . *politus* Desmoul. ist abgebildet bei Goldfuss T. 48 F. 8.
* *Pygorhynchus scutella* Ag., ist = *Nucleolites scutella* Goldf.
Eupatagus ornatus Ag., ist = *Spatangus ornatus* Defr.
Conoclypus conoideus Ag.

Würmer.

Serpula spirulaea Lam.; ist = *Serpula nummularia* Bronn.

Conchiferen.

Teredo Tournali Leym.
* *Pholadomya Puschii* Goldf.
* *Corbis lamellosa* Lam.; jetzt *Fimbria l. Desh.*
* . . . . *pectunculus* Lam.
* *Corbula rugosa* Lam.
* *Cardita acuticostata* Lam.
* . . . . *imbricata* Lam.
* . . . . *multicostata* Lam.
* *Cytherea nitidula* Lam.
* *Lucina mutabilis* Defr.
. . . . *corbarica* Leym.
* *Chama gigas* Desh.
* . . . . *calcarata* Lam.
Spondylus asperatus Münst.
. . . . . *cisalpinus* Brong.
* *Ostrea gigantea* Brand., ist sehr gross.
. . . . *vesicularis* Lam.; diese Species wäre eine von denen, welche ganz entschieden aus der Kreide in die Nummulitenbildung heraufgehen *), wenn sie nicht identisch mit *Gryphaea Brongniarti* ist, wie schon Bronn vermuthete.
Vulsella falcata Goldf.

Gastropoden.

* *Pileopsis cornu copiae* Lam., = *Capulus c. c.*

*) Als andere dergleichen cretacische Species führt d'Archiac noch auf: *Ostrea semiplana*, *O. lateralis*, *O. hippopodium*, *Spondylus duplicatus*, *Sp. striatus*, *Terebratula elongata*, *T. Faujasii*. Nach Cornalia und v. Heyden kommt in Istrien sogar noch *Ostrea columba* vor. Schafhäutl führt unter den 32 angeblich cretacischen Species vom Kressenberge selbst noch *Exogyra Couloni* an.

* *Neritina conoidea* **Desh.**
* *Natica sigaretina* **Desh.**
* . . . . *mutabilis* **Desh.**
* . . . . *hybrida* **Desh.**
Cerithium diaboli **Brong.**
. . . . . *Leymeriei* **d'Arch.**, wird sehr gross und steht dem *Cerithium giganteum* aus dem Pariser Grobkalk sehr nahe.
* *Voluta ambigua* **Lam.**
* *Trochus agglutinans* **Lam.**; jetzt *Xenophora aggl.*
* *Turritella imbricataria* **Lam.**
* *Rostellaria fissurella* **Lam.**
* *Melania costellata* **Lam.**; jetzt *Diastoma c.* **Desh.**
* *Fusus longaevus* **Lam.**
* . . . *intortus* **Lam.**
* *Terebellum convolutum* **Lam.**
. . . . . . *obtusum* **Sow.**
* *Pleurotoma clavicularis* **Lam.**
* *Cypraea elegans* **Defr.**

Cephalopoden.

Nautilus lingulatus **Buch.**

In der Flyschbildung, als der oberen und oft erstaunlich mächtigen Abtheilung der Nummulitenformation, sind bis jetzt, ausser den nur an einzelnen Localitäten vorkommenden Fischen*), und den räthselhaften Helminthoiden und Nemertiten, lediglich Fucoiden beobachtet worden, welche aber so häufig und so allgemein verbreitet sind, dass sie als höchst charakteristische Fossilien gelten müssen.

Meist sind es Species des Genus *Chondrites*; Adolph Brongniart führt folgende auf, von denen die beiden ersten am häufigsten vorkommen:

Chondrites intricatus Brong.	*Chondrites Huotii Brong*
. . . . . . *Targionii Brong.*	. . . . . . *affinis Sternb.*
. . . . . . *aequalis Brong.*	. . . . . . *inclinatus Sternb.*
. . . . . . *difformis Brong.*	*Münsteria Hoessii Sternb.*
. . . . . . *furcatus Brong.*	. . . . . *flagellaris Sternb.*
. . . . . . *recurvus Brong.*	. . . . . *geniculata Sternb.*

Sehr wahr ist die Bemerkung, welche d'Archiac ausspricht, dass die grosse Einfachheit und Beständigkeit der wichtigsten Charaktere der Nummulitenformation unser Erstaunen erregen müsse, wenn wir bedenken, dass diese Formation die ganze alte Welt von Marocco bis nach Japan durchzieht. Ihre untere Abtheilung wird überall durch die in unendlicher Menge angehäuften Nummuliten charakterisirt: durch diese räthselhaften Geschöpfe, welche nur während einer kurzen Periode, aber in unermesslicher Zahl der Individuen das Meer belebten, so dass der Ausdruck geologischer Horizont nicht leicht eine glücklichere Anwendung finden konnte, als für die nummulitenführende Etage unserer Formation; denn diese Etage bezeichnet uns genau den Zeitraum,

*) Die Fische von Glarus beschrieb Agassiz in seinen *Recherches sur les poissons fossiles*; schätzbare Nachträge zur Kenntniss derselben lieferte G. vom Rath, in der Zeitschr. der deutschen geol. Ges., B. 11, 1859, S. 108 ff.

auf welchen allein das in solcher Ueppigkeit entwickelte Geschlecht *Nummulites* mit seiner Lebensdauer gewiesen war. Aber die obere Abtheilung der Formation, wie ganz anders erscheint sie charakterisirt! Von Nummuliten keine Spur mehr, überhaupt kaum irgend etwas von thierischen Ueberresten, und dafür ein Reichthum von Fucoiden, welche, eben so wie die verschwundenen Nummuliten, fast nur einem Geschlechte angehörend, eine ähnliche Ueppigkeit der Entwickelung in der erstaunlichen Menge ihrer Individuen erkennen lassen*).

Wenn nun aber das eocäne Alter der Nummulitenformation gar nicht bezweifelt werden kann, und wenn wir sehen, dass diese Formation in dem ganzen, durch drei Welttheile reichenden Landstriche ihres Vorkommens die Eocänbildungen fast allein repräsentirt, so gewinnt die Ansicht d'Archiac's in der That eine grosse Wahrscheinlichkeit, dass uns eigentlich in ihr der wahre pelagische Normaltypus der ältesten Tertiärformation gegeben ist, während die gleichalten Ablagerungen des nordwestlichen Europa nur locale, in Binnenmeeren, Meerbusen oder Aestuarien ausgebildete Facies derselben Formation darstellen.

Ehe wir diese grosse südeuropäische Eocänformation verlassen, müssen wir noch in aller Kürze einiger gleichfalls eocänen Bildungen gedenken, welche sich im Bereiche oder doch in der Nachbarschaft derselben vorfinden; es sind dies gewisse kohlenführende Schichtensysteme der Alpen, und die menilitführenden Schichten Mährens und Galiziens.

D'Archiac macht wiederholt aufmerksam darauf, dass der eigentlichen Nummulitenbildung hier und da noch ältere tertiäre Schichten vorausgegangen sind, zu denen auch der plastische Thon und die Braunkohlen des Bassins von Paris gehören. Damit scheint auch die Stellung vieler der Kohlenflötze übereinzustimmen, welche im Gebiete der Nummulitenformation bekannt sind, und es dürften die Schichtensysteme von Häring, Sotzka, Sagor, Eperies, Monte Bolca und Monte-Promina gleichfalls hierher gehören.

Das aus Conglomerat, Schieferthon, bituminösem Mergelschiefer, Mergel und einem stellenweise bis 6 Klafter mächtigen Kohlenflötze bestehende Bassin von Häring in Tirol, das aus Sandstein, Mergelschiefer und trefflicher Steinkohle bestehende, und über 8 Meilen fortstreichende Schichtensystem von Sotzka in Untersteiermark, sowie die Ablagerungen von Sagor in Krain und Monte-Promina in Dalmatien sind in neuerer Zeit auf ihre Pflanzenreste gründlich untersucht worden, und haben so zu einer genaueren Kenntniss der Flora der Eocänperiode geführt. Aus den vortrefflichen Arbeiten Unger's über Sotzka, und v. Ettingshausen's über Häring, Promina und Sotzka**) hat sich insbesondere ergeben, dass der Charakter

*) Dieser Reichthum an Fucoiden neben dem Mangel an Thierresten gehört zu den denkwürdigsten Thatsachen, welche die Alpengeognosie kennen lehrt, sagt Gümbel a. a. O. S. 614. Uebrigens ist er geneigt, den Flysch nicht blos als eine Abtheilung der Nummulitenformation, sondern als ein selbständiges Schichtensystem zu betrachten, welches seinem Alter nach den *sables moyens*, oder auch dem Gypse von Paris gleich zu stellen wäre. C. Mayer erklärt ihn auch wirklich für eine gleichzeitige Bildung mit dem Pariser Gypse.

**) Unger, die fossile Flora von Sotzka, in Denkschr. der K. K. Akad. der Wissensch. Bd. II, 1850, und C. v. Ettingshausen, die tertiäre Flora von Häring in Tyrol, in den Abhandlungen der K. K. geol. Reichsanstalt, Bd. II, Abtheilung 3, 1853; desgleichen über die Flora von Promina, in den Denkschriften der Kais. Akad. der Wiss. zu Wien, Bd. 8, 1854, S. 17 ff., und über Sotzka, in den Sitzungsber. derselben Akademie, Bd. 28, 1858, S. 471 ff.

dieser Flora am meisten mit jenem der gegenwärtigen Flora von Neuhollanp übereinstimmt, was auch durch die Floren von Sagor und Monte Promina bestätigt' wird.

Was nächstdem die (zuerst von Glocker als solche aufgeführte Menilitformation der Karpathen betrifft, so scheint auch sie in sehr naher Beziehung zur Nummulitenformation zu stehen, auf oder zwischen deren Schichten sie gelagert zu sein pflegt. Sie besteht wesentlich aus fisch- und insektenreichen Mergelschiefern mit Menilit, und aus Schichten von Halbopal, ist bei Butschowitz, Bistritz, Nickolschitz und Weisskirchen in Mähren, bei Teschen in österreichisch Schlesien, bei Seipusch in Galizien bekannt, und soll nach Zeuschner am Nordrande der Karpathen weit nach Galizien hinein fortsetzen, ja, bei Dynow und Jurowce ganze Bergketten zusammensetzen. Nach Hohenegger bilden diese Menilitgesteine am nördlichen Fusse der Karpathen zwei Hauptzüge, welche überall im Hangenden der Nummulitengesteine auftreten; eben so verhält es sich nach Stur in Galizien. Sie scheinen also dort die Stelle des alpinischen Flysches zu vertreten. Die Fischreste stammen nach Heckel besonders von den Gattungen *Meletta*, *Lepidopides* und *Amphisyle;* vorzüglich verbreitet kommen die Schuppen von *Meletta crenata* vor.

§. 440. *Verschiedene Nummulitenformationen.*

In dem vorhergehenden Paragraphen haben wir die Nummulitenformation überhaupt betrachtet, ohne auf die zeitlichen Verschiedenheiten Rücksicht zu nehmen, welche durch neuere Beobachtungen erkannt worden sind, und es nothwendig machen, wohl eigentlich mehre Nummulitenformationen zu unterscheiden, und nicht mehr blos von einer einzigen Formation zu sprechen, welche durch das massenhafte Auftreten dieser Foraminiferen ausgezeichnet ist.

De Mortillet ist sogar der Meinung, der Name Nummulitenformation müsse ganz aufgegeben werden, weil die Nummuliten keineswegs auf einen so bestimmten Horizont beschränkt seien, als man bisher glaubte. *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 19, 1862, *p.* 892. Auch Heer erklärte, man werde endlich von dem Vorurtheile ablassen müssen, dass die Nummuliten nur in ein einziges, eng begränztes Terrain eingeschlossen seien, und dass ihr Vorkommen allein genüge, um eine Formation für eocän zu erklären. *Flora tertiaria Helvetiae,* III, *p.* 279.

Desungeachtet aber dürften doch die verschiedenen Nummuliten-Bildungen im Allgemeinen der eocänen Periode angehören, wie diess noch neuerdings von Deshayes und von anderen Forschern ausgesprochen worden ist*). Auch werden wir bei der Betrachtung der Eocänbildungen Nordfrankreichs, Englands und Belgiens erkennen, wie dort nummulitenführende Etagen zwar in sehr verschiedenen Horizonten auftreten, ohne doch bis in die oligocänen Ablagerungen hinaufzureichen. Dennoch scheint in anderen Gegenden die Fauna der jüngsten nummulitenführenden Schichten der oligocänen (oder untermiocä-

*) *Les terrains nummulitiques sont de l'epoque tertiaire la plus ancienne; voilà ce que l'on peut affirmer aujourd'hui,* sagt Deshayes in seinem neuen Werke: *Descr. des animaux sans vertèbres etc. vol. I,* 1860, *p.* 33. Schon früher erklärte E. Sismonda, und zwar in derselben Abhandlung, in welcher er eine jüngste Nummulitenbildung aufstellte: *le terrain nummulitique en général appartient à la série des formations éocènes ou tertiaires inférieures. Note sur le terrain numm. supérieur du Dego etc.* April 1855. Derselben Ansicht haben sich noch kürzlich Gümbel, Zittel u. A. angeschlossen.

nen) Fauna sehr nahe zu stehen. Diejenige Nummulitenformation aber, welche im südlichen Europa überall mit der Flyschbildung verbunden, und durch die erstaunliche Ausdehnung ihres Bildungsraums in so merkwürdiger Weise ausgezeichnet ist, fällt wohl ganz unzweifelhaft in die eocäne Periode; sie ist es auch, welcher der Name Nummulitenformation vorzugsweise gebührt*).

D'Archiac und Jules Haime sagen in ihrem Werke: *Description des animaux fossiles du groupe nummulitique d l'Inde, p.* 78, nachdem sie die grosse paläontologische Uebereinstimmung der Nummulitenformation mit der Pariser Eocänformation hervorgehoben: *On trouvera sans doute, surtout dans les parties de la formation où les dépôts sont le plus épais et le plus variés, divers niveaux de Nummulites, caracterisés par des espèces différentes; et c'est ce que nous observons, même dans les bassins fort resserrés où, comme dans celui de la Seine, les couches peu puissantes se succèdent sans discordance. Mais il y a plus, c'est que lors même que quelque soulèvement aurait interrompu la continuité des sédiments, nous pourrions toujours ne voir qu' une seule formation dans l'ensemble des dépôts considérés au point de vue zoologique.* Wenn auch das Genus Nummulites schon in weit älteren Formationen seine Repräsentanten gefunden hat (*Ann. and Mag. of Nat. History,* [2] *vol.* 15, *p.* 58), so können solche doch nur als einzelne und seltene Vorläufer betrachtet werden; eben so dürften die hier und da noch in der oligocänen Formation vorkommenden Nummuliten nur als einzelne Nachzügler dieses merkwürdigen Geschlechtes zu deuten sein; wogegen das massenhafte Auftreten der Nummuliten und ihre Anhäufung zu mächtigen zoogenen Gesteinsschichten nur in der eocänen Periode Statt gefunden zu haben scheint.

Was nun aber die verschiedenen nummulitenführenden Etagen überhaupt betrifft, so dürften sich solche auf drei zurückführen lassen.

Untere Nummulitenformation. Als vorzüglich charakteristische Localitäten ihres Vorkommens werden aufgeführt die Gegend von Nizza und von Biarritz bei Bayonne, die Corbières (eine kleine Gebirgskette südwestlich von Narbonne) und der Kressenberg in den bayerischen Alpen. Wir glauben aber die ganze, mit dem Flysch verbundene Nummulitenbildung der Alpen dahin rechnen zu dürfen.

Mittlere Nummulitenformation. Ihr Vorkommen ist besonders nachgewiesen bei Roncà und Castelgomberto im Vicentinischen, an den Diablerets und bei Cordaz in der Schweiz, bei Pernant und Entrevernes in Savoyen, bei Bonnet und Faudon (unweit Gap) in den französischen Alpen, bei Häring in Tyrol, bei Guttaring in Kärnten, Polschitza in Krain, Oberburg in Steiermark, bei Piszke unweit Gran und in der Pussta Forna bei Stuhlweissenburg in Ungarn.

Obere Nummulitenformation. Sie wurde von E. Sismonda im Thale der Bormida bei Acqui, Dego und le Carcare nachgewiesen.

Der Raum unsers Lehrbuchs gestattet uns nur einige Beispiele etwas näher in Betrachtung zu ziehen; von den Nummulitenbildungen in den bayerischen Alpen werden wir weiter unten in §. 454 ausführlicher zu sprechen Gelegenheit haben.

---

*) Elie de Beaumont nannte sie das *terrain nummulitique mediterranéen,* und erklärte sie für die älteste Eocänbildung, welche nicht mit dem *terrain nummulitique Soissonnais* identificirt werden dürfe. *Notice sur les systèmes des montagnes,* 1852, *p.* 459 ff.

A. Beispiele aus der unteren Nummulitenformation.

Die untere Nummulitenformation ist ihren Hauptzügen nach bereits in §. 439 geschildert worden. Da jedoch die Gegend von Biarritz*) und die Corbières als classische Localitäten ihres Vorkommens genannt zu werden pflegen, so glauben wir hier eine kurze Schilderung der dort vorliegenden Verhältnisse einschalten zu müssen.

Nummulitenformation bei Biarritz.

Von den Falaisen oder Steilküsten bei dem berühmten Seebade Biarritz unweit Bayonne gab Thorent eine recht gute geographische und geognostische Darstellung**), nach welcher wir das folgende Diagramm skizzirt haben, um unsern Lesern eine Vorstellung von den dortigen, so viel besprochenen Verhältnissen zu gewähren.



a Chambre d'Amour. *b* Leuchtthurm. *c* Mühle von Biarritz.
d Biarritz. *e* Port des Basques. *f* Rocher du Goulet.
g Mühle von Chaviague. *h* Mühle von Sopite (Lamoulie).

Die Horizontale ist der Meeresspiegel; bei Biarritz und bei dem Leuchtthurme springt die Küste weit nach Westen vor. Nach Köchlin-Schlumberger ist der Name *moulin de Sopite* in der Gegend gar nicht bekannt, und heisst dieseMühle Lamoulie. *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 12, 1855, *p.* 1248. Einige andere Abweichungen von Thorent's Angaben sollen unten erwähnt werden.

Bei dem Dorfe Bidart, welches noch etwa 2500 Meter südwestlich der Mühle von Sopite liegt, bis nahe zu dieser Mühle stehen die steil aufgerichteten Schichten der Kreideformation an: dann erscheinen die Schichten der Nummulitenformation, welche nun, nur wenig unterbrochen, bis an die Chambre d'Amour und weiterhin fortsetzen. Von diesen Schichten haben auch Delbos und Köchlin-Schlumberger eine genaue Beschreibung geliefert, welcher Letztere besonders die tieferen Schichten gegen Bidart hin specieller untersuchte. Die neueste Darstellung derselben gab jedoch Pellat***), weshalb die unten folgende Gliederung aus seinen Mittheilungen entlehnt ist.

Die Schichten der Nummulitenformation fallen nach Thorent bei Biarritz 20 bis 25° nach NNO, und behalten auch, einige locale Störungen ausgenommen, dieselbe Neigung bis an die Mühle von Sopite; von Biarritz aus gegen den Leuchtthurm hin nimmt jedoch ihr Fallen allmälig ab, und an der Chambre d'Amour liegen sie fast horizontal. Den Beschreibungen zufolge bilden sie wirklich ein einziges concordantes Schichtensystem, welchem Thorent eine Mächtigkeit von 2000 Meter zuschrieb, was jedoch d'Archiac für etwas zu hoch gegriffen erachtet.

Köchlin-Schlumberger erklärt sich gegen die Ansicht von Thorent, dass die Kreideformation bald südlich von der Mühle Lamoulie (oder Sopite) beginne. Viel-

*) Nach einer neueren Mittheilung von Tournouër erscheint es jedoch zweifelhaft, ob bei Biarritz auch wirklich die untere Nummulitenformation existirt; vergl. *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 20, 1863, *p.* 603.

**) In den *Mém. de la soc. géol.* [2], *t.* I, 2. *partie*, 1846, *p.* 181 ff. und *Pl.* VI *bis*.

***) *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 20, 1863, *p.* 675 ff.

mehr setzen die Schichten der Nummulitenformation mit *Nummulites biarritzana*, *Serpula spirulaea* auch von dieser Mühle noch weithin gegen Bidart, jedoch mit südöstlichem Einfallen fort, und werden zuletzt von Flysch mit *Chondrites aequalis* bedeckt. A. a. O. S. 1248 ff. Da Thorent und Pellat diese Verhältnisse nicht erwähnen, so sieht man, wie viel Unsicherheit noch hier obwaltet.

Wie man überhaupt schon seit mehr als 20 Jahren auf die Anerkennung gewisser Verschiedenheiten innerhalb der Nummulitenformation gelenkt worden ist*), so haben auch bereits Thorent und Delbos in der Gegend von Biarritz mehre Etagen unterschieden, welche sich durch ihre organischen Ueberreste von einander mehr oder weniger abweichend erweisen. Pellat glaubt nach seinen Beobachtungen zwei Hauptabtheilungen annehmen zu können, innerhalb welcher er wieder mehre Glieder unterscheidet.

1. Untere Abtheilung. Sie reicht von der Mühle von Sopite bis zum Port des Basques, und besteht vorwaltend aus grauen oder blaulichen Mergeln und Kalkstein, mit grossen Nummuliten und einer erstaunlichen Menge von *Serpula spirulaea*, sowie mit zahlreichen anderen tertiären Fossilien, unter denen sich jedoch auch einige cretacische Formen finden. Sie zerfällt in folgende drei Etagen:

a. Kalkstein mit *Echinanthus sopitianus*. Von der Mühle von Sopite bis zum Rocher du Goulet. Ein mergeliger und sandiger, gelblicher oder blaulicher Kalkstein, reich an *Serpula spirulaea*, mit zahlreichen Korallen, auch *Guettardia Thiolati d'Arch.*, *Echinanthus sopitianus Des.*, *Vulsella falcata*, *Trebratula aequilateralis d'Arch.*, verschiedenen Species von *Pecten*, *Spondylus* und *Nummulites crassa*.

Nach Köchlin-Schlumberger sind die Verhältnisse hier ganz anders, indem die Schichten halbwegs von der Mühle Chaviague aus gegen die Mühle von Sopite 45 bis 50° nach Süd einfallen, wie es durch die punktirten Linien in obigem Diagramme angedeutet ist, so dass dort ein Sattel vorliegen würde. A a. O. S. 1247.

b. Kalkstein mit *Ostrea rarilamella*; bildet den Rocher du Goulet und die gegenüberliegende Falaise, die reichsten Niederlagen an organischen Ueberresten in der Gegend von Biarritz. Es ist ein blaulichgrauer, ziemlich harter Kalkstein, welcher namentlich sehr viele Echiniden**) enthält, in deren Begleitung häufig *Serpula spirulaea*, einige Nummuliten, *Guettardia Thiolati*, *Orbitolites sella d'Arch.*, *Bourgueticrinus Thorenti d'Arch.*, *Terebratulina tenuistriata d'Orb.*, *Ostrea rarilamella Desh.*, und mehre Species von *Pecten*, *Spondylus*, *Pholadomya*, *Crassatella* vorkommen.

c. Mergel mit *Turbinolia calcar* und Gastropoden; bildet die lange Falaise des Port des Basques, und ist ärmer an Fossilien. Eine Wechsel-

*) So gab Leymerie in seiner Abhandlung über die Corbières die Bemerkung: *Une étude plus approfondie conduira probablement les géologues à reconnaître, que l'on a confondu sous la denomination de système à Nummulites plusieurs terrains très différents; mais jusqu'à présent cette distinction n'a pas été faite. Mém. de la soc. géol.* [2], *t.* I, 1844, *p.* 337, Note 2.

**) Cotteau gab eine Uebersicht der Echiniden der Nummulitenformation von Biarritz. Von den 93 in der subpyrenäischen Eocänformation überhaupt bekannten Species finden sich 43 bei Biarritz, und zwar 36 in der unteren Abtheilung. Einige derselben, wie *Cidaris subularis d'Arch.*, *Echinolampas subsimilis d'Arch.*, *E. ellipsoidalis d'Arch.*, *Periaster verticalis Des.* und *Schizaster Leymeriei* sind häufig; andere sind sehr selten, und manche nur in einem Exemplare bekannt. *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 21, 1863, *p.* 81 ff. Die vollständigste Uebersicht der Fauna von Biarritz hat d'Archiac gegeben, in den *Mém. de la soc. géol.* [2], *t.* III, 1848, *p.* 397 etc.

lagerung von blaulichen Mergeln und mergeligen Kalksteinen, darin *Serpula spirulaea*, einige Nummuliten, *Orbitolites Fortisii*, *Turbinolia calcar* nebst *Dentalium tenuistriatum*, und Species von *Solarium*, *Turritella*, *Pleurotoma* u. a. Gastropoden.

2. Obere Abtheilung, mit *Eupatagus ornatus* und Operculinen. Sie reicht von Biarritz bis zu der Chambre d'Amour, und besteht meist aus Sandstein, sandigem Kalkstein und Sand, enthält nach unten zahlreiche kleine Nummuliten, nach oben Operculinen, und zerfällt nach Pellat in zwei Etagen.

d. Sandiger Kalkstein mit *Eupatagus ornatus*; bei Biarritz und unter der Villa Eugenia. Sandige, nach unten blauliche, nach oben gelbliche und sehr weiche Kalksteine, stellenweise mit Quarzgeröllen; auch einige thonig-sandige Schichten. Manche Schichten bestehen fast gänzlich aus *Nummulites intermedia*; Operculinen erscheinen selten, zahlreich dagegen *Eupatagus ornatus Ag.*, *Scutella subtetragona Grat.* und einige andere Formen.

e. Sandstein und Sand mit Operculinen; am Leuchtthurm und bei der Chambre d'Amour. Grauer oder gelber Sand mit *Operculina ammonea*, darin unregelmässige Bänke eines grauen, harten kalkigen Sandsteins, der sehr viele Gastropoden (*Turritella*, *Scalaria*, *Voluta*, *Conus*), einige Conchiferen (*Cytherea*, *Pholadomya*) und sehr schöne Exemplare von *Schizaster vicinalis Ag.*, *S. rimosus Des.* und *Hemipatagus Pellati* enthält; nur in den tiefsten Schichten erscheint noch *Eupatagus ornatus*. Die zahlreichen Operculinen vertreten in dieser Etage die nur selten vorkommenden Nummuliten.

Die Fauna von Biarritz hat zwar auf den ersten Blick viele Aehnlichkeit mit jener des Pariser Grobkalkes; in der That aber erweisen sich nur wenige Species identisch. Wenn sich nun auch in dem, mehre tausend Fuss mächtigen Schichtensysteme von unten nach oben auffallende Aenderungen der Fauna zu erkennen geben, so ist diess doch eine ganz naturgemässe und in allen Sedimentformationen vorkommende Erscheinung, welche lediglich beweist, dass die Ausbildung eines so bedeutenden Schichtensystems einen sehr langen Zeitraum erfordert haben muss, während dessen die Thierwelt einigen Umgestaltungen unterlag. Die Verhältnisse bei Biarritz sprechen zwar für die Unterscheidung mehrer Formationsglieder, aber wohl kaum für die Trennung der einen Nummulitenformation in mehre verschiedene Formationen.

Nummulitenformation der Corbières.

Die Nummulitenformation, welche an beiden Seiten der Pyrenäen fast ununterbrochen vorhanden ist, und im Mont-Perdu bis zu 2000 Meter Höhe aufragt, findet sich auch im Flussgebiete der Aude, in den sogenannten Basses-Corbières, welche unweit der Stadt La-Grasse im Mont-Alaric bis zu 600 Meter über den Meeresspiegel aufsteigen. Sie liegt dort theils auf devonischen, theils auf cretacischen Gesteinen *), bisweilen auch auf einer Süsswasserbildung, und zerfällt in drei Etagen, von welchen die untere oder älteste die grösste Verbreitung und Höhe erreicht.

1. Untere Etage. Sie besteht wesentlich aus hellgrauem Kalkstein, welcher bisweilen mit Quarzkörnern gemengt und meist sehr reich an Milioliten (Foramini-

*) Leymerie führte sie unter dem Namen des *terrain épicrétacé* ein, weil er sie anfangs weder für tertiär, noch für cretacisch erklären zu können glaubte. In den nördlich von Narbonne gelegenen Montagnes Noires findet sich die Fortsetzung der Formation.

feren) ist, wie bei Rennes, Couiza und Alet, bei welchem letzteren Orte er sogar bis zu 655 Meter aufragt; unter ihm liegen graue gypshaltige und auch rothe Mergel. Besonders schön entwickelt ist diese Etage am Mont-Alaric, dessen Abhänge wesentlich von mächtigen Schichten eines graulichweissen, dichten und sehr harten Kalksteins gebildet werden, welcher, ausser zahlreichen Milioliten, auch *Nummulites planulata, N. Lucasana, N. Ramondi, Terebratula montolearensis, Ostrea* ähnlich der *vesicularis, Neritina Schmideliana, Hemiaster Alarici, Periaster Orbignyanus, Echinolampas ellipsoidalis* u. a. Fossilien enthält.

2. Mittlere Etage. Ihre Auflagerung auf der vorigen Etage ist in der Umgegend von Couiza und am Mont-Alaric sehr gut zu beobachten. Sie wird hauptsächlich von bläulichen Mergeln und von mergeligen Kalksteinen, zum Theil auch von Sandsteinen gebildet, welche Gesteine mit einander wechsellagernd die Westseite des Alaric mit einem hohen, halbelliptischen Circus umgeben, dessen Schichten alle nach aussen abfallen, gerade so wie die Kalksteine des Alaric, denen sie in concordanter Lagerung folgen. Einige der häufigeren Fossilien sind: *Nummulites biarritzana, N. Leymerieri, N. Ramondi, Operculina ammonea, O. granulosa, Trochocyathus sinuosus, T. bilobatus, Trochosmilia multisinuosa, Cardita minuta, C. vicinalis, Lucina corbarica, Panopaea elongata, Turritella ataciana* u. a.

3. Obere Etage. Gelbe oder graue Kalksteine und Mergel, braune, gelbe und graue, zum Theil rothe Sandsteine, stellenweise nach oben auch Conglomerate setzen diese Etage hauptsächlich zusammen, welche wesentlich durch viele Nummuliten, besonders wieder durch *Nummulites biarritzana, N. Leymeriei* und *N. Ramondi*, durch *Operculina canalifera*, Turritellen und andere Fossilien charakterisirt wird. Ihre regelmässige Auflagerung auf den blauen Mergeln der mittleren Etage ist am linken Ufer der Aude, Couiza gegenüber, sowie an der Westseite des Mont-Alaric längs dem äusseren Abhange des vorerwähnten Circus sehr deutlich zu beobachten; während sie an der Nordseite des Alaric eine Reihe von parallelen Graten bildet, deren Schichten anfangs 15° und zuletzt bis 75° gegen den Berg einfallen.

Man sieht aus dieser kurzen, nach d'Archiac gegebenen Schilderung, dass wir es auch hier doch eigentlich nur mit einer einzigen Nummulitenformation zu thun haben, welche aus dreien, in concordanter Lagerung auf einander folgenden Formationsgliedern zusammengesetzt ist. D'Archiac vergleicht diese drei Glieder mit den *sables inférieurs*, dem *calcaire grossier* und den *sables moyens* des Pariser Bassins, und betrachtet sie demnach als eocän. Es ist die mediterrane oder alpinische Facies der Eocänformation, welche uns hier wie anderwärts in dieser Nummulitenbildung vorliegt, deren Mächtigkeit in den Corbières von Leymerie auf 1000 Meter veranschlagt wird.

§. 441. *Fortsetzung; mittlere und obere Nummulitenformation.*

Die mittlere Nummulitenformation scheint nicht in so stetiger Ausdehnung und in so grossartigen Dimensionen ausgebildet zu sein, wie die untere; oft auf kleinere Bildungsräume beschränkt ist sie nur hier und da zur Entwickelung gelangt, weshalb denn auch viele einzelne Localitäten als Beispiele ihres Vorkommens aufgeführt werden. Sie ist es auch insbesondere, welche an vielen Orten durch das Auftreten von Kohlenflötzen ausgezeichnet ist, in deren Begleitung denn auch oft Pflanzenreste und nicht selten Süsswasser-

Conchylien erscheinen*). Die nachfolgenden Beispiele mögen zur Erläuterung ihrer Verhältnisse hinreichen.

B. Beispiele aus der mittleren Nummulitenformation.

Nummulitenformation im Vicentinischen.

Diese Bildungen hat Al. Brongniart in seinem *Mémoire sur les terrains de sédiment supérieurs du Vicentin* (Paris 1823) ausführlich beschrieben. Sie sind besonders bekannt in der Umgegend von Verona und Vicenza, erlangen aber am südlichen Fusse und innerhalb der venetianischen Alpen (bei Feltre und Belluno) eine ziemliche Verbreitung. Ein besonderes Interesse gewinnen sie durch ihre innige Verknüpfung mit basaltischen Gesteinen, welche beweist, dass die Eruptionen solcher Gesteine in diesen Gegenden während der Bildungsperiode dieser alten Tertiärschichten Statt gefunden haben müssen.

Im Val Nera (nördlich von Arzignano) wechseln grünliche Basalttuffe und basaltische Breccien mit Kalksteinschichten in regelmässiger horizontaler Lagerung; einzelne Kalksteinschichten und Tufflager sind ganz erfüllt mit Nummuliten und anderen organischen Ueberresten.

Im Val Cunella bei Roncà ist diese Wechsellagerung der Kalksteine und Tuffe zwar weniger regelmässig, aber doch noch deutlich zu erkennen. Der Kalkstein und einige Tufflager sind ausserordentlich reich an Fossilien, ja der erstere scheint oft gänzlich aus Nummuliten zu bestehen.

Bei Montecchio maggiore, nördlich von Vicenza, sind die basaltischen Gesteine sehr vorwaltend, und erscheinen als Conglomerate und Breccien, deren Fragmente aus basaltischem Mandelstein mit Analcim und anderen Zeolithen, auch mit Cölestin bestehen, während das Bindemittel ein grünlicher Tuff ist, in welchem oft sehr viele Conchylien und Stücke von versteinertem Holze stecken.

Monte Viale, nordwestlich bei Vicenza, ist dadurch merkwürdig, dass der Tuff und der Kalkstein nicht sowohl in regelmässigen Schichten, als vielmehr in Nestern durch einander auftreten, dass die Fossilien nicht selten durch Cölestin versteinert sind, und dass zwischen den vorwaltenden Gesteinen dünne Schichten von Braunkohle mit Fischabdrücken vorkommen.

Am Monte Bolca endlich finden sich ausser den nummulitenhaltigen Kalksteinen auch gelbe, schieferige Kalksteine mit den zahlreichen und schön erhaltenen Fischabdrücken, welche diese Localität so berühmt gemacht haben**).

Auch am Monte Glosso bei Bassano, bei Castel Gomberto, bei Brendola in

*) Nirgends dürfte innerhalb der Eocänformation ein grösserer Reichthum an Kohlen vorkommen, als in der mit fast hundert Kohlenflötzen versehenen Tertiärformation der Insel Java, deren Beschreibung Göppert (in seinem Werke: die Tertiär-Flora auf der Insel Java, 1854) geliefert hat. Auch diese Formation ist durch ihre Flora als eocän charakterisirt, was aber freilich für die zwischen dem 6. und 9. Grade südlicher Breite liegende Insel auf keine grossen Unterschiede des Klimas zwischen sonst und jetzt schliessen lässt.

**) Eine systematische Uebersicht der Fische des M. Bolca gab Agassiz im Neuen Jahrbuche für Mineralogie, 1835, S. 297 ff. Es ergiebt sich aus ihr, dass es lauter Meeresfische sind, dass sich 127 Species vorfinden, welche sich auf 77 Genera vertheilen, und dass keine einzige Species mit noch jetzt lebenden indentificirt werden kann.

den Monti Berici und an anderen Orten wiederholen sich diese Verknüpfungen von nummulitenhaltigen Kalksteinen und Basalttuffen.

In derselben Abhandlung gab Al. Brongniart auch eine Beschreibung der merkwürdigen Erscheinungen am Plateau d'Anzeindaz auf der Höhe der Diablerets, zwischen Bex und Sion, wo nummulitenführende Gesteine in einem liegenden Sattel (Band I, S. 885) zwischen älteren Schichten eingeklemmt sind.

Unter den zahlreichen Fossilien, welche Brongniart aus dem Vicentinischen aufführt, befinden sich ausser den Nummuliten (*N. Brongniarti d'Arch.*) viele Species, welche auch in dem Pariser Grobkalke vorkommen, weshalb Brongniart die ganze Bildung mit diesem Gliede der nordfranzösischen Tertiärformation verglich. Da aber viele andere Species theils in den *sables moyens*, theils noch höher aufwärts bekannt sind, so wird die Nummulitenformation von Verona und Vicenza gegenwärtig als eine jüngere, von der grossen alpinischen Formation verschiedene Bildung betrachtet. — Einen reichen Beitrag zur Paläontologie der Vicentiner Formation lieferte v. Schauroth, im Verzeichnisse der Verst. des herzogl. Nat.-Cabinets zu Coburg, 1865, und in denen auf den Tafeln 6 bis 28 beigefügten Bildern; wir machen aufmerksam darauf, weil der Titel des Buches diesen Inhalt nicht vermuthen lässt.

Eine ähnliche Deutung haben durch Hébert und Renevier diejenigen Nummulitenbildungen erfahren, welche in den französischen Alpen bei Saint-Bonnet und am Berge Faudon nordöstlich von Gap, in den savoyer Alpen bei Entrevernes unweit Annecy und bei Pernant an der Arve, in den schweizer Alpen bei la Cordaz und auf der Höhe der Diablerets bekannt sind*). An allen diesen Orten sind es Kalksteine, Sandsteine und, zum Theil bituminöse, Mergelschiefer, aus denen die Formation besteht; dazu gesellen sich oft Kohlenflötze, (wie bei Pernant und Entrevernes), und bei Saint-Bonnet noch mächtige Conglomerate, als oberstes Schichtensystem. Während die Schichten bei Saint-Bonnet fast horizontal liegen, zeigen sie bei Entrevernes und an den Diablerets höchst auffallende Dislocationen**).

Die genannten beiden Geologen haben diese Bildungen auf ihre paläontologischen Verhältnisse genauer untersucht. Von 72 Species finden sich an allen den genannten Puncten äusserst häufig die folgenden 12:

Cardium granulosum Lam.	* *Cerithium plicatum Brug.*
Cytherea Villanovae Desh.	* . . . . . *elegans Desh.*
* *Cyrena convexa Héb.*	* . . . . . *trochleare Lam.*
Chemnitzia costellata d'Orb.	. . . . . *Castellini Brong.*
* . . . . . . *semidecussata d'Orb.*	* *Natica angustata Grat.*
* *Deshayesia cochlearia Héb.*	. . . *Studeri Bronn.*

Diese Species betrachten daher Hébert und Renevier als besonders charakteristisch für dieses *terrain nummulitique supérieur*, wie sie dasselbe im Vergleich zu der unteren Formation genannt haben. Mit der Nummulitenformation von Biarritz, Nizza und der Corbières hat sie nur 15 Species gemein, welche aber zu den seltenen Formen gehören. Dagegen befinden sich unter jenen 72 Species 18, welche auch im Sande von Fontainebleau vorkommen, und zwar 11 Species, welche daselbst sehr häufig sind, nämlich die vorhin genannten mit * bezeichneten, sowie *Natica crassatina*, *Cytherea incrassata*, *Ostrea cyathula* und die Koralle *Rhyzangia*

---

*) *Bulletin de la soc. géol.* [2], *t.* 11, 1854, *p.* 589 ff.

**) Vergl. das im I. Bande S. 951 stehende Diagramm.

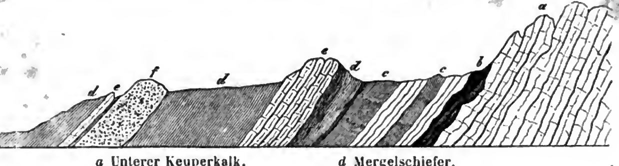
brevissima. Da aber auch 17 andere Species in der nordfranzösischen Eocänformation bekannt sind, so gewinnt es den Anschein, als ob dieses *terrain nummulitique supérieur* auf der Gränze der eocänen und oligocänen Bildungen stehe.

Wir werden weiter unten, in §. 445 und 446, noch andere Beispiele für das Vorkommen von Nummuliten in wirklich oligocänen Schichten kennen lernen; welche Beispiele beweisen, dass das Genus Nummulites hier früher und dort später erloschen ist, wie solches ja fast *a priori* zu vermuthen war.

Mittlere Nummulitenformation bei Häring in Tyrol.

Von der tertiären Kohlenformation bei Häring gab Flurl bereits im Jahre 1811 eine Beschreibung, welcher später Sedgwick und Murchison, sowie Reuss Einiges hinzufügten *). Die genauesten paläontologischen Angaben verdankt man jedoch C. v. Ettingshausen und dem unermüdlichen Gümbel, welcher Letztere in seiner geognostischen Beschreibung des bayerischen Alpengebirges S. 608 und S. 670 ff. eine vollständige Aufzählung der dort vorkommenden thierischen Ueberreste lieferte, und auch S. 641 eine durch zwei Profilbilder erläuterte Skizze der geognostischen Verhältnisse einschaltete.

Der untere Keuperkalkstein und der Buntsandstein des Innthales umschliessen zwischen Kufstein und Rattenberg ein länglich elliptisches Bassin von etwa 4 Meilen Ausdehnung, in welchem die tertiäre Kohlenformation von Häring abgelagert ist. Ueber die Zusammensetzung dieser Formation belehrt uns folgendes von Gümbel mitgetheilte Profil in der Richtung des Barbarastollens.



a Unterer Keuperkalk.
b Kohlenflötz.
c Brandschiefer und Stinkstein.
d Mergelschiefer.
e Mergel und Kalkstein.
f Kalksteinconglomerat.

Fast unmittelbar auf dem Keuperkalkstein, nur oft durch etwas Kalksteinbreccie und schieferigen Thon von ihm getrennt, liegt das Kohlenflötz, welches, im Ganzen bis 28 Fuss mächtig, aus einer schönen Pechkohle ohne alle Pflanzenstructur, aus glänzendschwarzer Schieferkohle und aus Zwischenlagen von Brandschiefer und bituminösem Kalkstein besteht, welcher letztere auch Nieren von schaliger Structur bildet, in denen die Kalkschalen mit Kohlenschalen abwechseln. Sowohl die Kohle, als auch diese Zwischenlagen enthalten Süsswasser-Conchylien, deren Schalen und Fragmente oft sehr reichlich über einander gepresst sind.

Das Kohlenflötz fällt 39 bis 42° in West. Ueber ihm liegen bis 8 Klafter mächtig bituminöse, plattenförmige Kalksteine mit sehr vielen Pflanzenresten;

*) Sedgwick und Murchison, in *Transactions of the geol. soc.* [2], *vol.* III, 1832. *p.* 368 ff. und Reuss im Neuen Jahrb. für Min. 1840, S. 162.

höher aufwärts folgen Brandschiefer und Stinksteine, dann Mergelschiefer, welchen zur Cämentfabrication geeignete Mergel und sandige, an marinen Fossilien sehr reiche Kalksteine aufgelagert sind. Die obere Hälfte des durch den Barbarastollen aufgeschlossenen Schichtensystems besteht wieder aus Mergelschiefern und einer mächtigen Conglomeratbank.

Ueber die Pflanzenreste der Häringer Formation hat C. v. Ettingshausen eine ausführliche Arbeit geliefert *), aus welcher sich ergiebt, dass die meisten Formen (zumal die Proteaceen und Myrtaceen) an die jetzige Flora Neuhollands erinnern, und dass von 180 Species 41 in unzweifelhaft eocänen, 23 zugleich in eocänen und miocänen, aber nur 9 in ausschliesslich miocänen Schichten anderer Gegenden vorkommen; woraus denn auf ein eocänes Alter der Formation zu schliessen sein würde. Dagegen kommt Heer auf ein anderes Resultat, welchem zufolge die Flora von Häring einen oligocänen Charakter besitzen würde **).

Da bei der Altersbestimmung der Formationen die thierischen Ueberreste noch mehr Sicherheit gewähren dürften, als die Pflanzen, so ist sehr dankbar anzuerkennen, dass Gümbel die in dieser Hinsicht bisher noch vorhandene Lücke unserer Kenntniss der Häringer Schichten ausgefüllt hat, indem er uns zuvörderst mit 33 Species bekannt machte, welche auch anderwärts vorkommen, dann aber ein reiches Verzeichniss der ausserdem noch dort gefundenen Species hinzufügte. Von jenen 33 Species sind aber folgende 23 obereocän.

Operculina ammonea Leym.
Nummulites Lucasana Defr.
. . . . . . *variolaria Sow.*
Trochocyathus calcar d'Arch.
Ostrea gigantea Brand.
Gryphaea Brongniarti Bronn.
Spondylus cisalpinus Brong.
Pecten corneus Sow.
Avicula media Sow.
Corbula gibba Defr.
Cardium subdiscors d'Orb.
Siliquaria sulcata Defr.
Natica Studeri Qu.
Tornatella simulata Sow.
Pleurotomaria Deshayesi Bell.
Fusus scalarinus Desh.
Ficula nexilis Lam.
Voluta nodosa Sow.
Conus turritus Lam.
Bulla lignaria Sow.
Nautilus zigzag Sow.
. . . . *imperialis Sow.*
Carcharias angustidens Ag.

Von denselben 33 Species erscheinen 18 auch in der sogenannten ligurischen Stufe, sind also unteroligocän; etwa 10 kennt man auch bei Roncà. Hiernach dürfte die Häringer Formation noch für eocän zu halten sein, um so mehr, als auch die ihr eigenthümlichen Species vorwaltend den Formen der älteren Fauna sehr ähnlich sind.

Mittlere Nummulitenformation bei Oberburg in Steiermark.

Im südlichsten Theile von Steiermark, östlich, nördlich und westlich von Cilly, bei Pöltschach, Gonobitz, Weitenstein, Schönstein und Frasslau, besonders aber bei Prassberg, Oberburg und Laufen ist eine kohlenführende Tertiärformation abgelagert, welche auch stellenweise Nummuliten enthält, und namentlich bei Oberburg sehr reich an Fossilien ist, um deren erste Kenntniss sich v. Morlot verdient gemacht hat ***). Dieselbe Formation steht wohl nach Süden mit den bei Sotzka unweit Cilly auftretenden eocänen Schichten in Verbindung.

---

*) Abhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt, B. II, 3. Abth. 1853.

**) *Flora tertiaria Helvetiae*, Bd. III, 1859, S. 290.

***) Haidinger, Berichte u. s. w. Bd. V, 1849, S. 39 f.

Die Gesteine sind thonige und sandige Mergel, bituminöse Mergelschiefer, Sandsteine, auch Thonsteine, und eine schwarze Kohle, deren Flötze meist ganz nahe an der Basis des ganzen Schichtensystems auftreten. Die Schichten sind gewöhnlich mehr oder weniger, ja bisweilen sehr stark aufgerichtet. Dass sie der eocänen Formation angehören, diess wurde zuerst von Franz v. Hauer ausgesprochen und später von Rolle und Zittel bestätigt, welcher Letztere insbesondere zeigte, dass sie der oberen Abtheilung jener Formation entsprechen, und gleichalt mit denen von Ronca, Castelgomberto u. s. w. sind.

Kürzlich hat Reuss eine Abhandlung über die Foraminiferen, Anthozoen und Bryozoen von Oberburg veröffentlicht *), aus welcher wir Folgendes entlehnen.

Von Foraminiferen kennt man 17 Species, unter welchen jedoch nur

Nummulites variolaria Sow. *Rosalina obtusa d'Orb.*
und *Vertebralina sulcata Reuss*

häufiger auftreten.

Die Korallen bilden den reichsten Theil der Fauna der Oberburger Nummulitenmergel, und beweisen zugleich deren vorwiegend eocänen Charakter und ihre Uebereinstimmung mit den Schichten von Roncà. Von 31 Species sind die häufiger vorkommenden:

Stylophora annulata Reuss — *Podabacia prisca Reuss*
Trochosmilia subcurvata Reuss — *Dendrophyllia nodosa Reuss*
Stylocoenia lobato-rotundata Edw. — *Dendracis Haidingeri Reuss*

Von Bryozoen führt Reuss 15 Arten auf, bemerkt jedoch, dass sie zur Bestimmung der bathrologischen Stellung der Oberburger Schichten wenig geeignet sind, weil die meisten auch in der miocänen Formation vorkommen.

Was endlich die Conchiferen und Gastropoden betrifft, so sind bis jetzt durch v. Hauer und Zittel folgende Species bestimmt worden:

Crassatella plumbea Desh. — *Delphinula scobina Brong.*
Venus Aglaurae Brong. — *Melania elongata Brong.*
Corbis lamellosa Lam. — *Cerithium trochleare Lam.*
Turritella asperula Brong. — *Ampullaria perusta Brong.*
Fusus subcarinatus Lam. — *Natica crassatina Lam.*

von welchen die meisten auch im Vicentinischen bekannt sind.

C. Obere Nummulitenformation.

Nachdem Hébert und Renevier ihre oben (S. 27) erwähnten Beobachtungen über das von ihnen so genannte *terrain nummulitique supérieur* in den westlichen Alpen veröffentlicht hatten, trat E. Sismonda auf, und zeigte, dass im Ligurischen Apennine, bei Acqui, Dego und le Carcare eine noch jüngere Nummulitenbildung vorhanden sei, welcher daher jener Name eigentlich gebühre **).

Die in den genannten Gegenden des Bormidathales und auch anderwärts auftretenden Gesteine sind feine Sandsteine, Mergel und Serpentin-Conglomerate. Ihre organischen Ueberreste aber erinnern schon sehr an die miocäne Formation; denn unter 80 Species befinden sich nicht weniger als 38 miocäne (und oligocäne) Formen. Sismonda folgerte hieraus, dass die im Allgemeinen zwar eocäne Nummulitenformation wohl füglich in drei Abtheilungen zu

*) Denkschriften der Kais. Akad. der Wiss. zu Wien, Bd. 23, 1864.

**) *Note sur le terrain nummulitique supérieur du Dego etc. Turin, 1855.*

bringen sei, was auch dem allmäligen Entwickelungsgange der Natur vollkommen entspreche, indem sich, während der gewiss sehr langen Periode ihrer Ausbildung, anfangs die vorzüglich charakteristische ältere Abtheilung, dann die den typischen Eocänbildungen von London und Paris analoge mittlere Abtheilung, und endlich hier und da die schon den untermiocänen Bildungen genäherte obere Abtheilung entwickelte.

Zweites Kapitel.

Einige Tertiärformationen in Frankreich.

§. 442. *Eocäne Formation des Bassins der Seine.*

Die Tertiärbildungen des Seinebassins verdienen schon deshalb unsere besondere Aufmerksamkeit, weil von ihnen die Kenntniss der Tertiärformationen überhaupt ausgegangen ist. Eine über die Umgegend von Paris zuerst im Jahre 1808 veröffentlichte Arbeit von Cuvier und Al. Brongniart war es, in welcher die Geognosie der Tertiärformationen ihren Anfangspunkt und ihr eigentliches Fundament gefunden hat; sie bezeichnet eine Epoche in der Wissenschaft, denn mit ihr beginnt die Aera einer ganz neuen Entwickelung derselben.

Unsere Kenntniss der tertiären Formationen ist daher noch ziemlich neu, und hat überhaupt von Frankreich und von England aus ihren Anfang genommen. Die ersten Bildungen der Art wurden nämlich in den Umgebungen von Paris durch die beiden genannten berühmten Naturforscher genauer studirt, und zuerst in den *Annales du Museum d'histoire naturelle* vom Jahre 1808, in einer Abhandlung unter dem Titel: *Essai sur la géographie mineralogique des environs de Paris,* welche 1811 sehr bereichert selbständig erschien, dann aber noch ausführlicher in der, dem wichtigen Werke: *Recherches sur les ossemens fossiles* beigefügten *Description géologique des environs de Paris* beschrieben. Man erkannte dort über der Kreide eine Reihe von Ablagerungen, welche einen mehrmals wiederholten Wechsel von marinen und limnischen Bildungen darstellten, und dadurch, sowie durch ihren Reichthum an trefflich erhaltenen organischen Ueberresten, insbesondere auch an Knochen von Säugethieren, die grösste Aufmerksamkeit erregten. Es wurden daher diese Ablagerungen in paläontologischer Hinsicht mit einer bis dahin noch nicht vorgekommenen Gründlichkeit studirt, und es lässt sich wohl behaupten, dass die damalige Untersuchung der Pariser Tertiärformation den ersten Impuls zu der neueren, erstaunenswerthen Ausbildung der Paläontologie gegeben hat. Bald nach der ersten Bekanntwerdung der Arbeiten von Cuvier und Brongniart untersuchte Webster die im südlichen England über der Kreide vorkommenden Bildungen, und zeigte, dass solche nicht nur nach ihren Fossilien, sondern auch nach ihrem Wechsel von marinen und limnischen Schichten grosse Uebereinstimmungen mit den Pariser Bildungen erkennen lassen. Nachdem so in Frankreich und England ein Anfang gemacht worden war, wurden die Tertiärformationen nicht nur in diesen, sondern auch in anderen Ländern immer weiteren und gründlicheren Forschungen unterworfen, so dass sie gegenwärtig einen der wichtigsten und umfassendsten Gegenstände der Geognosie bilden.

Die tertiären Ablagerungen Nordfrankreichs begreifen das Bassin der Seine und Loire, werden aber nur östlich und westlich von secundären Formationen begränzt, während sie nördlich mit den Tertiärbildungen Belgiens und südlich

mit den Süsswasserbildungen des Centralplateau von Frankreich in Verbindung stehen. Sie bestehen aus mancherlei theils marinen, theils fluviomarinen und limnischen Schichten von Sand, Sandstein, Thon, Mergel, Kalkstein, Gyps und Braunkohle, welche zwar in petrographischer und paläontologischer Hinsicht eine bestimmte Regelmässigkeit der Aufeinanderfolge zeigen, uns aber keinesweges berechtigen, dieselbe Lagerungsfolge als einen allgemein giltigen Typus für die Entwickelung aller Tertiärformationen zu betrachten *).

Dieses nordfranzösische Territorium der Tertiarformation bildet ein sanft undulirtes Plateau von etwa 400 Fuss mittlerer und 700 bis 800 Fuss grösster Erhebung, welches von der Seine, der Loire und von deren Zuflüssen durchschnitten wird, aber nur im Seine-Gebiete die eigentlich eocänen Bildungen verschliesst. Ganz allgemein lassen sich diese eocänen Schichten in drei grosse Gruppen bringen; es liegen nämlich von unten nach oben über einander:

I. Unterer Meeressand, oder *sables inférieurs*,
II. Grobkalk, oder *calcaire grossier*,
III. Mittlerer Meressand, oder *grès et sables moyens*,

Darüber folgen noch als oligocäne Bildungen:

IV. Süsswasserkalk und Gyps, oder *calcaire lacustre moyen*,
V. Oberer Meeressand, *grès et sables supérieurs* und
VI. Oberer Süsswasserkalk, *calcaire lacustre supérieur* **).

Schon d'Archiac rechnete mit der Mehrzahl der französischen Geologen diese beiden letzteren Gruppen zur mittleren oder miocänen Tertiärformation; auch schien Forbes nicht abgeneigt, sich dieser Ansicht anzuschliessen. Uebrigens darf man nicht glauben, diese verschiedenen Gruppen überall und in aller Vollständigkeit anzutreffen, was nur in gewissen Regionen des Bassins der Fall ist, während in anderen Regionen bald diese, bald jene Gruppe gänzlich vermisst oder doch nur in theilweiser Ausbildung angetroffen wird.

A. Eocäne Formation des Bassins der Seine.

I. Gruppe des unteren Sandes. Es ist diess dieselbe Gruppe, welche anfangs als die des plastischen Thones (*argile plastique*) aufgeführt wurde, weil die Ablagerungen eines solchen Thones gerade in der Umgegend von Paris einige Bedeutung gewinnen. Bei einem allgemeineren Ueberblicke des ganzen Bassins ergiebt sich jedoch, dass dieser plastische Thon im Vergleich zu den mächtigen Sand- und Sandsteinmassen, denen er eingeschaltet ist, nur eine untergeordnete Rolle spielt.

---

*) Dieser Irrthum, welchen d'Archiac als *une erreur profonde* bezeichnet, ist freilich anfangs vielfach begangen worden, indem man die bathrologische Reihenfolge des Bassins von Paris gleichsam als eine Schablone betrachtete, nach welcher die Natur alle Tertiärformationen gebildet habe; ein damals sehr verzeihlicher Irrthum, von dem man immer mehr zurückgekommen ist.

**) Bei der Bearbeitung dieses und des folgenden Paragraphen haben wir besonders den zweiten Band der *Histoire des progrès de la Géologie* und zahlreiche im *Bulletin de la société géologique de France* zerstreute Mittheilungen benutzt.

Diese Gruppe des unteren Sandes, oder des Sandes von Soissons (daher *étage suessonien* von d'Orbigny) besteht aus verschiedenen, doch vorherrschend aus sandigen Gesteinen, ist besonders im nördlichen Theile des Bassins entwickelt, verschmälert sich aber nach Süden, und erscheint daher nur wenig auf dem linken Ufer der Seine, während sie sich nach Norden an die gleichalten Bildungen von Belgien anschliesst.

Man unterscheidet jetzt in dieser Gruppe besonders folgende Etagen:

1. Sand und Süsswassermergel von Rilly,
2. Sand von Bracheux,
3. Plastischer Thon und Lignit,
4. Sand von Cuise-Lamotte.

Wir wollen jetzt diese verschiedenen Etagen genauer kennen lernen.

1. Sand und Süsswassermergel von Rilly.

Drouet machte zuerst im Jahre 1835 aufmerksam darauf, dass in der Gegend von Reims über der Kreide eine Ablagerung von Süsswasserkalkstein vorhanden sei. Dieses Vorkommen bei dem Dorfe Rilly-la-Montagne (1 Meile südlich von Reims) wurde im Jahre 1838 von Charles d'Orbigny genauer untersucht und beschrieben. Auf der Kreide liegen zunächst 2 Meter gelber, darüber 5 Meter weisser Sand, und endlich bis 2 Meter mächtig ein gelblicher Mergelkalkstein mit Land- und Süsswasser-Conchylien; höher aufwärts folgen die Thone mit Braunkohlen.

Diese interessante Thatsache, welche vermuthen liess, dass die Tertiärformation des Pariser Bassins stellenweise mit einer Süsswasserbildung beginne, wurde später besonders von Hébert sehr eifrig weiter verfolgt, und so stellte sich denn endlich das Resultat heraus, dass dieselben Schichten auch an sehr vielen anderen Orten angetroffen, und meist von Thon und Braunkohle, bisweilen aber auch von dem unteren marinen Sande überlagert werden, wodurch denn bewiesen war, dass sie wirklich die tiefste Etage der Pariser Tertiärformation darstellen.

Der Sand ist grösstentheils ein äusserst reiner, weisser Quarzsand, weshalb er sich ganz vorzüglich zur Glasfabrication eignet; seine Mächtigkeit steigt zuweilen bis auf 15 Meter; dennoch ist er ganz frei von organischen Ueberresten. Ueber ihm liegt der Kalkstein oder Mergel, welcher an einigen Punkten gleichfalls recht mächtig wird, (wie bei Mâchemont 10, bei Dormans sogar 15 bis 16 Meter), und fast an allen Orten Conchylien enthält, unter denen besonders *Physa gigantea* und *Paludina aspersa* sehr bezeichnend sind.

So findet sich diese Bildung ausser bei den bereits genannten Orten auch bei Hermonville, Trigny, Châlons-sur-Vesle, Toussicourt, Sermiers, Romeby, Damery, Fleury, Chauny u. s. w.; überhaupt erstreckt sie sich im nordöstlichen Theile des Bassins von Reims nach Guiscard, und von Sézanne nach Compiègne auf 115 Kilometer weit. Das Vorkommen bei Dormans unweit Epernay, zwischen Reims und Sézanne, verbindet diese beiden Linien, und beweist die Stetigkeit der Ausdehnung dieser Etage, welche nach ihrem ersten Fundorte die Etage von Rilly genannt zu werden pflegt.

Aus dem Kalksteine haben Michaud und de Boissy*) 39 Species von Conchylien beschrieben, von denen die folgenden besonders häufig vorkommen:

Physa gigantea Mich.	*Cyclostoma Arnouldi Mich.*
Paludina aspersa Mich.	. . . . . *conoideum Boissy*
. . . . *Nystii Boissy*	*Helix hemisphaerica Mich.*
Auricula Michelini Boissy	. . . *Arnouldi Mich.*
Valvata Leopoldi Boissy	*Cyclas rillyensis Boissy*

Die in demselben Kalksteine bei Sézanne gefundenen Pflanzenreste sind von Ad. Brongniart als ein paar Farnkräuter und als holzige Dikotyledonen erkannt worden.

2. Sand von Bracheux (*Glauconie inférieure d'Archiac*, *Sables du Soissonnais inférieurs Hébert*).

Die marinen Schichten, welche über dem Kalkstein von Rilly folgen, oder dort wo dieser fehlt, unmittelbar der Kreide aufliegen, sind es eigentlich, mit denen die regelmässige und ungestörte Entwicklung der Pariser Tertiärformation beginnt. Man pflegt sie gegenwärtig unter dem Namen *sables de Bracheux* zusammenzufassen, weil sie bei Bracheux unweit Beauvais besonders gut charakterisirt sind; man kennt sie aber auch bei Compiègne, Soissons, Reims, Epernay, Châlons-sur-Vesle, Brimont, Laon und an vielen anderen Orten, wie sie denn überhaupt im nördlichen Theile des Bassins eine grosse Verbreitung erlangen.

Es ist gewöhnlich ein grauer, feinkörniger, oft glimmeriger und glaukonitischer, mitunter eisenschüssiger Sand, welcher bisweilen mit dünnen Schichten eines weichen, thonigen Sandsteins wechselt; an einigen Orten wie bei Versigny (Aisne) und am Fusse des Berges von Laon geht er nach unten in ein eigenthümliches thonsteinähnliches Gestein über, welches mit dem in Belgien, genau in demselben Niveau vorkommenden sogenannten *tufeau de Lincent* identisch ist, und gleichwie dieser vielfach als Baustein gewonnen wird. Die Mächtigkeit dieser Etage ist oft ziemlich bedeutend; so schwankt sie bei Versigny und Guiscard zwischen 12 und 20 Meter, bei Châlons-sur-Vesle steigt sie bis 33, bei Brimont über 35 Meter, dagegen sinkt sie wieder anderwärts bis auf 10 und noch weniger Meter herab.

Nach oben wird dieser Sand in der Regel von den lignitführenden Thonen bedeckt, mit welchen er auch gewöhnlich verbunden ist, indem seine obersten Schichten schon viele brackische Conchylien enthalten, während die untersten Schichten der Lignitbildung oft noch einige marine Conchylien beherbergen; nur wo die Lignitbildung fehlt, wie bei Laon, folgt unmittelbar auf diese Etage der obere Sand des Soissonnais. Diese Verhältnisse sind ganz dieselben sowohl am Nordwestrande des Bassins von Compiègne nach la Fère, wie am Südostrande desselben von Sézanne nach Reims; auf beiden Seiten bedecken die Lignite mit ihren Thonen den unteren Meeressand oder auch den Rillykalkstein; und auf beiden Seiten ist die Lignitbildung mit diesem Meeressande paläontologisch verknüpft, während solches mit dem Kalksteine durchaus nicht der Fall ist, dessen mehr oder weniger unregelmässige Oberfläche vor der Ablagerung der Lignite sehr bedeutende Erosionen erlitten hatte.

*) De Boissy, in *Mém de la soc. géol.* [2], *t.* III, *p.* 265 ff.

Man kennt aus dieser Etage bereits viele Fossilien, von welchen besonders

Cyprina scutellaria Desh.	*Corbula regulbiensis Morr.*
Pectunculus terebratularis Lam.	*Cardium plumsteadiense* Sow.
Cytherea bellovacina Desh.	*Cardita pectuncularis Desh.*
Cucullaea crassatina Lam.	*Teredina personata Desh.*

sehr bezeichnend sind. Nach oben kommen oft schon viele Brackwasser-Conchylien vor, Species von *Cyrena, Cyclas, Neritina* und *Melanopsis;* auch haben sich Knochen von Schildkröten und von einem Säugethiere, nämlich von *Arctocyon primaevus Blainv.* gefunden, welches also das älteste Säugethier der Pariser Tertiärformation sein würde.

Anm. Im äussersten Norden des Bassins ist auch die unterste Etage der englischen Tertiärformation, der sogenannte Thanet-Sand vorhanden, welcher vielleicht als ein marines Aequivalent des Sandes von Rilly zu betrachten sein dürfte. Bei Calais ist dieser Sand 80 Fuss tief durchbohrt worden; zwischen St. Omer und Watten streicht er unter dem Londonthon zu Tage aus, ganz mit denselben Eigenschaften, wie bei Canterbury; bei Lille fand Meugy über der Kreide eine 15 bis 105 Fuss mächtige Ablagerung von dunkelgrauem bis schwarzem, sandigem, z. Th. glaukonitischem Thon, feinem Sand und kalkigen Mergeln mit Conchylien, darunter sehr vorwaltend die für den Thanet-Sand so bezeichnende *Cyprina Morrisii*; also gerade so wie im östlichen Theile von Kent, wo der Sand ebenfalls sehr thonig und dunkelgrau ist. Aus diesen Gegenden Frankreichs zieht sich der Thanetsand nach Belgien hinein *).

3. Plastischer Thon, Sand und Braunkohlen. (*Argile plastique et lignite*).

Diese Etage, in nationalökonomischer Hinsicht die wichtigste und auch in geologischer Hinsicht die interessanteste der ganzen Gruppe, beginnt gewöhnlich mit weissem oder grauem, bisweilen roth gestreiftem plastischem Thone, welcher mehr oder weniger Eisenkies, mitunter auch Gypskrystalle, aber keine organischen Ueberreste enthält. Darüber folgen Lager oder Stöcke von Braunkohle, deren oft zwei oder drei über einander liegen, welche durch Kohlenletten oder Muschelmergel getrennt werden, in denen auch bisweilen ganz oben eine dünne Lage von bituminösem Süsswasserkalkstein liegt. Endlich schliesst diese Etage mit gelblichen, blaulichen oder schwärzlichen unreinen Thonen (*Fausses glaises*), welche mit gleichfarbigen Sandschichten und mit Muschelbänken abwechseln, von denen die unteren besonders aus Cerithien und Cyrenen bestehen, die oberste dagegen von Austern, und namentlich von *Ostrea bellovacina* gebildet wird.

Die bathrologische Stellung dieser Etage fällt ganz entschieden über den Sand von Bracheux, und unter den Sand, welcher oftmals den Grobkalk unterlagert, wie solches zwischen Châlons-sur-Vesle und Chenay, zwischen Hermonville und Pouillon sehr deutlich zu beobachten ist. Wo aber der untere Sand fehlt, da liegt der plastische Thon mit den Ligniten entweder auf dem Kalkstein von Rilly, wie im östlichen Theile des Bassins, oder auch unmittelbar auf der Kreide, wie solches auf dem linken Ufer und anfangs auch auf dem rechten Ufer der Seine der Fall ist.

*) Prestwich, in *Quart. Journ. of the geol. soc. vol. 11, 1855, p. 211.*

Die Mächtigkeit der Etage ist sehr schwankend, zumal dort, wo sie unmittelbar über der Kreide liegt, deren Oberfläche oft sehr bedeutende Abtragungen erlitten hatte, wodurch Vertiefungen und Erhöhungen entstanden waren, welche durch den Thon mehr oder weniger ausgeglichen worden sind. Die grösste Mächtigkeit von 54 Meter ist durch den Bohrbrunnen des Fort de Vincennes nachgewiesen worden; bei Epernay ist sie 22 Meter mächtig, während sie anderwärts bisweilen auf wenige Meter herabsinkt. Uebrigens gewinnt diese Etage nicht nur wegen ihrer Braunkohlen und Thone, sondern auch wegen ihres Einflusses auf die Wasserversorgung der betreffenden Gegenden eine grosse Wichtigkeit. Die Braunkohlen bilden oft nur stockförmige Lager, welche aber gewöhnlich in Thälern unbedeckt zu Tage austreten, und daher häufig durch Tagebau abgebaut werden.

Die in dieser Etage vorkommenden organischen Ueberreste charakterisiren sie als eine theils limnische, theils fluviomarine Bildung; einige der wichtigsten Conchylien sind:

Ostrea bellovacina Lam. (ganz oben)	*Melanopsis buccinoidea Fér.*
Cyrena antiqua Fér.	*Paludina lenta Sow.*
. . . . *cuneiformis Fér.*	*Melania inquinata Defr.*
Cerithium variabile Desh.	*Physa columnaris Desh.*
. . . . . *funatum Mant.*	*Neritina globulus Defr.*

Ausserdem kennt man auch Ueberreste von *Trionyx* und *Emys*, von Crocodilen, von *Anthracotherium*, *Lophiodon* und anderen ausgestorbenen Säugethieren.

Unmittelbar über der Kreide kommt mehrorts auf dem linken Ufer der Seine, wie bei Meudon, Bougival und Nemours ein Conglomerat vor, welches von Hébert noch zu dieser Etage gerechnet wird. Bei Nemours ist dieses Conglomerat 10 bis 12 Meter mächtig, und besteht aus Kieselgeröllen und kieseligem Cämente; es wird zunächst vom plastischen Thone bedeckt, über welchem dann sogleich der mittlere Süsswasserkalkstein folgt. Bei Meudon besteht es aus Geschieben von Kreide und Pisolithenkalk *), mit thonigem oder mergeligem Cämente, ist kaum $^1/_2$ Meter mächtig, enthält aber Pflanzenreste, Süsswasserconchylien, Knochen von *Crocodilus depressifrons Blainv.* und von Säugethieren, namentlich von *Coryphodon anthracoideum Blainv.*, welches auch in den unteren Schichten bei Soissons vorkommt. Unmittelbar über diesem Conglomerate ist in der tiefsten Schicht des plastischen Thones die Tibia eines sehr grossen Schwimmvogels gefunden worden, welchen Hébert als ein ganz neues Genüs unter dem Namen *Gastornis parisiensis* einführte **). Bei Bougival ist das Conglomerat ähnlich dem von Meudon, über zwei Meter mächtig, und wird zunächst von 1 Meter Sand, dann von 5 Meter eines grau und gelb marmorirten Thones mit zahlreichen krystallinischen Kalkconcretionen überlagert, worauf endlich der eigentliche plastische Thon folgt.

4. Sand von Cuise-Lamotte u. a. O. (*Sables du Soissonnais supérieurs*, *Hébert*).

Nach der Ablagerung des plastischen Thones und der Braunkohlen gewannen in einem grossen Theile des Bassins die marinen Gewässer abermals die Oberhand, und bedingten die Ablagerung derjenigen Sandbildung, welche nach dem Dorfe Cuise-Lamotte (bei Attichy, östlich von Compiègne) den Namen des

*) Vergl. Band II, S. 983 und 1041.

**) Hébert, *Comptes rendus*, *t.* 40, 1855. *p.* 579, und Owen, *Journ. of the géol. soc. vol.* 12, *p.* 216.

Sandes von Cuise erhalten hat. Sie lässt sich von dort aus bis nach Reims verfolgen, wo sie noch 10 Meter mächtig ist; dagegen fehlt sie in der Umgegend von Paris und im ganzen Vexin, wo überall der Grobkalk unmittelbar über dem plastischen Thone liegt.

Diese Sandablagerung, zu welcher auch die *lits coquilliers* d'Archiac's gehören, ist gewöhnlich nach unten gelb und glimmerig, nach oben glaukonitisch und grün, meist lose oder zerreiblich, enthält aber nicht selten sehr verschiedentlich gestaltete Concretionen von Sandstein, welche bisweilen in regellose, undulirte Schichten übergehen. Die Mächtigkeit ist verschieden, oft 20 bis 25 Meter, im Maximo wohl 45 Meter. Nach unten ist dieser Sand oft bis hoch hinauf ganz leer an organischen Ueberresten; allein bei Cuise, Aizy und anderen Orten kommen sehr viele Fossilien vor, unter welchen die nach oben oft äusserst zahlreichen Individuen von *Nummulites planulata* eine besondere Wichtigkeit erlangen, weil sie den ersten Nummulitenhorizont in der Eocänformation des Pariser Bassins bezeichnen.

Von diesen Fossilien, deren schon im Jahre 1855 an 570 Species bekannt waren, sind die folgenden besonders charakteristisch:

Nummulites planulata Lam.	*Neritina conoidea Lam.*
Alveolina oblonga d'Orb.	*Solarium bistriatum Desh.*
Crassatella ponderosa Nyst.	*Bifrontia laudinensis Desh.*
Cyrena Gravesi Desh.	*Turritella imbricataria Lam.*
Cytherea nitidula Lam.	*Cerithium papale Desh.*
. . . . . *laevigata Lam.*	. . . . . *acutum Desh.*
Cardita planicosta Desh.	. . . . . *pyreniforme Desh.*
Anomia tenuistriata Lam.	. . . . . *breviculum Desh.*
Dentalium abbreviatum Desh.	*Voluta ambigua Sow.*
Melanopsis Parkinsoni Desh.	*Terebellum fusiforme Lam.*

Anm. Eine der Basis dieser Etage entsprechende Ablagerung der englischen Tertiärformation, nämlich der Londonthon, ist zwar in dem eigentlichen Pariser Bassin nicht vorhanden, wohl aber, eben so wie der Thanetsand, an den Nordküsten Frankreichs bekannt; er findet sich unter dem Leuchtthurme Ailly bei Dieppe, und weiterhin bei Calais, Dünkirchen, Lille und Cassel; an letzterem Orte ist er über 400 Fuss mächtig, während er bei Lille 150, und bei Dieppe nur 50 Fuss stark ist.

II. Gruppe des Grobkalkes. Sie besteht aus Kalkstein, Mergel und Sand, und lässt sich in vier Etagen abtheilen, welche sehr wohl charakterisirt und meist leicht zu unterscheiden sind, obgleich die grösste Mächtigkeit der ganzen Gruppe in dem Striche von Mantes nach Laon nur 25 Meter beträgt, während sich dieselbe nach Osten und Westen auskeilt, nach Süden aber nicht über 3 lieues von Paris aufwärts erstrecken dürfte. Die einzelnen Etagen und Glieder zeigen oft eine sehr schwankende Mächtigkeit.

1. Unterer oder glaukonitischer Grobkalk; *calcaire grossier inférieur ou glauconie grossière.* Gewöhnlich besteht diese Etage nach unten, 1 bis 12 Meter mächtig, aus einem Gemenge von Quarzkörnern und Glaukonit, welche durch ein kalkiges Cäment locker verbunden sind, und ein förmliches Uebergangsgestein aus dem glaukonitischen Sande der vorhergehenden Gruppe in den eigentlichen Grobkalk bilden; innerhalb dieses lockeren, bald mehr sandigen,

bald mehr kalkigen Gesteins kommen hier und da knollige Concretionen eines festeren Kalksandsteins oder auch Kalkspathsandsteins vor. Höher aufwärts finden sich bei Creil, Pont-Saint-Maxence und andern Orten des Dep. der Oise, 2 bis 10 Meter mächtig, Schichten eines sehr weichen, gelben Kalksteins, oder, wie bei Gisors, eine Wechsellagerung von harten Kalksteinen mit sandigen Schichten. Im sogenannten Vexin français (nördlich von Paris) ist die ganze Etage als ein röthlicher, kalkiger und glaukonitischer, weicher Sandstein ausgebildet, während ihre obere Abtheilung im Osten bei Epernay als ein lockerer Kalksand, und mehrorts im Dép. der Oise als ein sandiger Dolomit erscheint. Besonders ausgezeichnet findet sich diese Etage bei Laon, Soissons, Noyon, Chaumont und anderen Orten der Dépp. der Oise und Aisne, wo sie 3 bis 20 Meter mächtig wird, während sie in der Nähe von Paris auf einige Decimeter reducirt und unmittelbar dem plastischen Thone aufgelagert ist.

Diese untere Etage des Grobkalkes, welche an vielen Orten mit einer an Geröllen, Fischzähnen, *Turbinolia elliptica* und *Lunulites urceolata* sehr reichen Gränzschicht beginnt, wird in paläontologischer Hinsicht ganz besonders durch Nummuliten charakterisirt, welche im Norden und Osten des Bassins, und namentlich bei Couzy, erstaunlich angehäuft sind. Nach unten walten vor:

Nummulites laevigata Lam.	*Cardium gigas Defr.*
. . . . . . scabra Lam.	*. . . . . porulosum Lam.*
Chama calcarata Lam.	*Pecten solea Desh.*

nach oben finden sich stellenweise:

Corbis pectunculus Lam.	*Lucina gigantea Desh.*
. . . lamellosa Desh.	*. . . contorta Defr.*

Sonach liefert diese Etage den zweiten Nummulitenhorizont des Pariser Bassins.

2. Mittler Grobkalk; *calcaire grossier moyen*. Gelblichweisse bis gelbe Kalksteine von sehr verschiedener Textur, Härte und sonstiger Beschaffenheit, bisweilen sandig durch Quarzkörner, manche Varietäten ganz erfüllt oder geradezu gebildet von organischen Ueberresten, wie die sogenannten Miliolitenkalksteine, welche gänzlich aus kleineren Foraminiferen bestehen. Die mittlere Mächtigkeit dieser Etage beträgt 10 bis 12 Meter, stellenweise steigt sie bis 20 Meter. Ihre Schichten sind ausserordentlich reich an Fossilien; die untersten sind besonders durch Steinkerne von *Cerithium giganteum* ausgezeichnet; die obersten Schichten sind ärmer an Fossilien.

Besonders charakteristisch für diese, namentlich bei Grignon, Damery und Parnes sehr fossilreiche Etage sind folgende Formen:

Korallen und Bryozoën.

Turbinolia crispa Lam.
. . . . . sulcata Lam.
Astraea hystrix Defr.
Larvaria articulata Defr.
Hornera hippolithus Defr.

Foraminiferen.

Ovulites margaritula Lam.
Orbitolites complanata Lam.
Peneroplis opercularia d'Orb.
Alveolina Boscii d'Orb.
Globulina gibba d'Orb.
Fabularia discolithes Defr.
Orthocerina clavulus d'Orb.
Spirolina cylindracea Lam.
Valvulina triangularis d'Orb.
Rotalina trochiformis d'Orb.
Biloculina bulloides d'Orb.
Spiroloculina perforata d'Orb.

Triloculina trigonula d'Orb.
. . . . . . *oblonga d'Orb.*
. . . . . . *communis Desh.*
Quinqueloculina saxorum d'Orb.

Echiniden.

Scutellina lenticularis Ag.
. . . . . *placentula Ag.*
Cassidulus patellaris Ag.
. . . . . . *complanatus Lam.*
Pygorhynchus grignonensis Ag.
Echinolampas similis Ag.

Conchiferen.

Teredina personata Lam.
Crassatella plumbea Desh.
Corbis lamellosa Lam.
Lucina gigantea Desh.
. . . . *concentrica Lam.*
. . . . *mutabilis Lam.*
. . . . *sulcata Lam.*
Cardita planicosta Blainv.
. . . . *imbricata Desh.*
. . . . *angusticostata Desh.*
Cardium gigas Defr.
Pecten plebejus Lam.
Venus texta Lam.
. . . *scobinellata Lam.*
Pectunculus pulvinatus Lam.
Arca biangula Lam.
. . . *angusta Lam.*
. . . *scapulina Lam.*
Lima bulloides Lam.
Ostrea cymbula Lam.

Gastropoden.

Dentalium strangulatum Desh.
Melania costellata Lam.
. . . . *lactea Lam.*
. . . . *marginata Lam.*
Solarium patulum Lam.
Solarium plicatum Lam.
Bifrontia bifrons Desh.
. . . . . *serrata Desh.*
Turritella imbricataria Lam.
. . . . . *sulcata Lam.*
. . . . . *terebellata Lam.*
Cerithium giganteum Lam.
. . . . . *serratum Lam.*
. . . . . *lamellosum Brug.*
. . . . . *nudum Lam.*
Pleurotoma brevicauda Desh.
. . . . . . *lineolata Lam.*
. . . . . . *granulata Lam.*
. . . . . . *filosa Lam.*
. . . . . . *undata Lam.*
. . . . . . *bicatena Lam.*
Fusus Noae Lam.
. . . *rugosus Lam.*
Murex tricarinatus Lam.
. . . . *tubifer Lam.*
Voluta cithara Lam.
. . . . *costaria Lam.*
. . . . *harpula Lam.*
. . . . *spinosa Lam.*
. . . . *muricina Lam.*
Mitra labratula Lam.
. . . *terebellum Lam.*
. . . *elongata Lam.*
Marginella eburnea Lam.
. . . . . *ovulata Lam.*
Terebellum convolutum Lam.
Natica epiglottina Lam.
Conus deperditus Lam.
Calyptraea trochiformis Lam.

Anneliden.

Serpula variabilis Defr.
. . . . *cristata Defr.*
Siliquaria lima Defr.
. . . . . *echinata Defr.*

3. Oberer Grobkalk oder Cerithienkalk; *calcaire grossier supérieur*. Ein dünnschichtiger, oft sogar plattenförmiger, gelblichweisser bis gelber, bald fester, bald lockerer Kalkstein, welcher vorzugsweise sehr viele Cerithien enthält. Gewöhnlich ist diese Etage nur 2 bis 3, bei Aubigny 5, bei Vauciennes 7 Meter mächtig, und am besten entblöst nördlich von Senlis. In den östlichen Gegenden des Bassins, bei Damery, Fleury, Hermonville (unweit Reims und Epernay) wird sie wesentlich von Sand gebildet.

Fossilien sind nicht in grosser Anzahl der Geschlechter und Arten, aber in ausserordentlicher Menge der Individuen vorhanden, und die folgenden besonders charakteristisch:

Lucina saxorum Lam. *Cerithium cristatum Lam.*
Turritella fasciata Lam. . . . . . . *Prevosti Desh.*
Natica mutabilis Desh. . . . . . . *Gravesi Desh.*
Cerithium lapidum Lam. . . . . . . *denticulatum Lam.*
. . . . . . *echidnoides Lam.* . . . . . . *angulosum Lam.*
. . . . . . *cinctum Brug.* *Cyclostoma mumia Lam.*

4. Mergel; *marnes, Caillasses.* Diese besonders in den Départements der Aisne und Oise entwickelte Etage schliesst sich unmittelbar an den oberen Grobkalk an, unterscheidet sich aber durch ihre Beschaffenheit, indem sie nach unten aus Sand, röthlichem Kalkstein und Mergeln, nach oben aus weissen, kreideähnlichen Mergeln (*tripoli de Nanterre*), aus einigen Thonschichten und aus gelblichen bis weissen, meist kieseligen und oft mit Hornsteinlagen wechselnden Kalksteinen besteht. Ihre Mächtigkeit ist verschieden; nach Michelot höchstens 8 Meter, bisweilen wohl grösser.

Die, fast nur auf die unteren Schichten beschränkten Fossilien sind theils brackische theils limnische Formen, und die häufigsten Species:

Cerithium lapidum Lam. *Cyclostoma mumia Lam.*
. . . . . . *echidnoides Lam.* *Paludina pusilla Desh.*
. . . . . . *pleurotomoides Lam.* *Corbula anatina Lam.*

Anm. Michelot bemerkt, dass man, von einem allgemeineren Gesichtspunkte aus, den Grobkalk in zwei Sectionen theilen könne, von welchen die untere die rein marinen beiden ersteren Etagen, die obere dagegen die schon entschieden brackischen beiden letzteren Etagen begreifen würde. *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 12, 1855, *p.* 1345. Deshayes unterscheidet nur unteren, mittleren und oberen Grobkalk.

III. Gruppe des mittleren Meeressandes. Diese Gruppe, welche auch oft unter dem Namen *grès de Beauchamp* aufgeführt wird*), ist von Epernay (Marne) bis an die Gränze der Departements der Eure und unteren Seine an vielen Punkten bekannt, und bei la Ferté-sous-Jouarre, sowie bei Pavant am schönsten zu beobachten, bei welchem letzteren Orte in der Schlucht von Pisseloup eines der vollständigsten Profile der ganzen Eocänformation vorliegt. Auch bei Château-Thierry, bei Neuilly und la-Ferté-Milon im Thale des Ourcq, bei Villerts-Cotterets u. a. O. ist die Gruppe trefflich entblöst**).

Sie besteht wesentlich aus weissem oder doch hellfarbigem Quarzsand, welcher häufig Bänke oder Blöcke von Sandstein umschliesst, mehr oder weniger reich an Fossilien ist, und nach oben gewöhnlich von einigen Kalksteinschichten bedeckt wird. Die Mächtigkeit der ganzen Gruppe ist sehr schwan-

---

*) D'Archiac, welcher im Jahre 1837 zuerst die Benennung *grès et sables moyens* vorschlug, verwirft den Namen *grès de Beauchamp*, als sehr unzweckmässig; auch Goubert bemerkt, dieser Name sei eigentlich nicht sehr bezeichnend, weil die Sandbildung gerade bei Beauchamp nur wenig entblöst ist; passender sei der Name *sables parisiens moyens. Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 17, 1860, *p.* 141.

**) Mit dieser Gruppe endigt diejenige Schichtenreihe, welche als das Aequivalent der Nummulitenbildung Südeuropas zu betrachten ist. Während dort auf dem Grunde des Meeres die Flyschbildung zur Entwickelung gelangte, scheint sich im Seinebassin die folgende Gruppe des Süsswasserkalksteins gebildet zu haben.

kend, beträgt häufig 20 bis 30 Meter, steigt bei Haramont bis zu 50 Meter und darüber, während sie in der Umgegend von Paris auf zwei bis 14 Meter herabsinkt.

Als besonders wichtige Leitfossilien nennt d'Archiac die folgenden Species:

Anthophyllum distortum Mich.	*Pectunculus depressus Desh.*
Dendrophyllia cariosa Mich.	*Ostrea cucullaris Lam.*
Astraea cylindrica Defr.	*. . . . arenaria Desh.*
. . . . . panicea Mich.	*Trochus patellatus Desh.*
Gemmipora asperrima Mich.	*. . . . . monilifer Lam.*
Heliopora deformis Mich.	*Cerithium pleurotomoides Lam.*
Madrepora Solanderi Defr.	*. . . . . . thiarella Desh.*
Palmipora Solanderi Mich.	*. . . . . . Hericarti Desh.*
Nummulites variolaria d'Orb.	*. . . . . . mutabile Lam.*
Corbula angulata Lam.	*. . . . . . Cordieri Desh.*
Cyrena deperdita Desh.	*Fusus subcarinatus Lam.*
Cytherea elegans Lam.	*. . . . minax Lam.*
. . . . . cuneata Desh.	*Voluta labrella Lam.*
Venus solida Desh.	*Oliva Laumontiana Lam.*
Venericardia complanata Desh.	*Portunus Hericarti Desm.*

Nach Deshayes und Goubert lassen sich in dieser Gruppe folgende drei Etagen unterscheiden.

1. Untere Etage. Sie ist meist über den fluviomarinen Mergeln, selten unmittelbar über dem eigentlichen Grobkalke abgelagert, und besonders ausgezeichnet durch den fragmentaren, abgerollten und abgescheuerten Zustand ihrer Fossilien, durch die Menge von Kalksteingeschieben, welche theils aus der Kreide, theils aus dem Grobkalke stammen, durch die zahllosen Nummuliten (*Nummulites variolaria*), welche stellenweise das ganze Gestein bilden, und durch die vielen Korallen, welche in ihr vorkommen.

Von diesen Korallen nennt Goubert: *Dendrophyllia cariosa Mich.*, *Lithodendron irregulare Mich.*, *Anthophyllum distortum Mich.*, *Astraea panicea Mich.*, *Agaricia infundibuliformis Mich.*, *Madrepora Solanderi Defr.*, *Porites Deshayesiana Mich.* und *Palmipora Solanderi Mich.*

Eine besondere Wichtigkeit erlangt diese Etage deshalb, weil sie den dritten und letzten Nummulitenhorizont der Pariser Tertiärformation bildet.

2. Mittlere Etage. Sie besteht gleichfalls nach unten aus Sand, welcher abwärts arm, aufwärts reich an Fossilien ist; aber diese Fossilien sind niemals abgerollt und zerbrochen, Geschiebe und Korallen kommen nur selten, Nummuliten gar nicht mehr vor; weiter oben stellen sich Sandsteine ein, in krummflächigen Nieren oder in stetigen Schichten, welche bei Beauchamp, Attainville und anderen Orten gewonnen werden; zuletzt folgen sandige feste Kalksteine, die bei Lisy, Etrépilly, Jaignes gebrochen und sehr geschätzt werden.

Im Sande finden sich besonders Conchiferen, zumal *Psammobia nitida Desh.*, *Diplodonta bidens Desh.*, *Cyrena deperdita Desh.*, *Lucina saxorum Lam.*, doch auch *Cerithium mutabile Lam.*, *C. tuberculosum Lam.*; die Kalksteine sind sehr reich an *Cytherea elegans Desh.*, *Melania hordacea Lam.*, *Cerithium Bouei Desh.* und *C. scalarioides Desh.*

3. Obere Etage. Gewöhnlich ein sehr feiner, thoniger Sand, welcher jedoch bei Paris sehr kalkig wird, und bei Nogent-sur-Marne (Seine), sowie bei Attainville (Seine et Oise) ein förmlicher Kalkmergel geworden ist. In dieser Etage hat de Raincourt bei Verneuil fast 300 Species von Fossilien gefunden.

Als besonders charakteristische Formen nennt Goubert die folgenden Species: *Avicula fragilis Defr.*, *Nucula deltoidea Lam.*, *Cytherea deltoidea Lam.*, *Corbula angulata Lam.*, *Dentalium coarctatum Lam.*, *Cerithium Cordieri Desh.*, *C. Roysi Desh.*, *C. tricarinatum Lam.*, *C. pleurotomoides Lam.*, *Fusus polygonus Lam.* und *Fusus subcarinatus Lam.*

Die ganze Gruppe hat noch sehr viele Species mit dem Grobkalke gemein, zeigt aber schon stellenweise ganz oben limnische Conchylien, was auf einen Uebergang in die weiter aufwärts folgenden Bildungen hindeutet.

§. 443. *Oligocäne Formation des Bassins der Seine.*

Nachdem durch Deshayes die gänzliche Verschiedenheit der Fauna, und durch Hébert die gänzliche Verschiedenheit des Verbreitungsgebietes der *sables supérieurs* (oder des Sandes von Fontainebleau) von der Fauna und dem Verbreitungsgebiete des Grobkalkes und der *sables moyens* nachgewiesen worden war, während sich dieselben Verschiedenheiten auch in Betreff der wirklich miocänen Bildungen Frankreichs herausstellen, so musste wohl die von den genannten beiden Forschern ausgesprochene, und schon früher von Beyrich geltend gemachte Ansicht sehr plausibel erscheinen, dass die *sables supérieurs* eine selbständige Abtheilung der Tertiärformationen repräsentiren, für welche Beyrich den Namen oligocäne Formation vorgeschlagen hatte*).

Man konnte nur noch darüber zweifelhaft bleiben, ob die unter und über den *sables supérieurs* liegenden beiden Süsswasserbildungen gleichfalls der oligocänen Formation beizurechnen seien, oder ob es nicht naturgemässer sein würde, die erstere noch in die eocäne, und die letztere in die miocäne Periode zu verweisen. Wenn nun aber schon der Umstand, dass bisweilen der Kalkstein von Brie (eines der obersten Glieder der unteren Süsswasserbildung) nach oben, und eben so der Kalkstein von Beauce (das Hauptglied der oberen Süsswasserbildung) nach unten durch Wechsellagerung mit den *sables supérieurs* verbunden ist, für ihren oligocänen Charakter zu sprechen schien, so dürfte wohl für die untere Süsswasserbildung jeder Zweifel beseitigt sein, seitdem in neuerer Zeit durch Goubert innerhalb der Gypsbildung einzelne Schichten mit marinen Conchylien nachgewiesen worden sind, welche die *sables supérieurs* charakterisiren**). Durch diese Beobachtung wurde die Annahme Beyrichs bestätigt, dass die untere Süsswasserbildung schon in die oligocäne Formation zu stellen sei. Da nun die unzweifelhaft miocänen

*) Dieser Ansicht gemäss hat auch G. Leonhard, in der zweiten Auflage seiner Grundzüge der Geognosie, die mittlere Süsswasserbildung und den Sandstein von Fontainebleau als oligocäne Bildungen aufgeführt; a. a. O. S. 312.

**) *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 17, 1860, *p.* 812, und Deshayes *Descr. des animaux sans vertèbres etc. tome* II, 1864, *p.* 465.

Schichten der Touraine mit übergreifender und ganz unabhängiger Lagerung über der oberen Süsswasserbildung liegen, so möchte diese letztere ebenfalls noch in die oligocäne Periode zu verweisen sein.

Wir erinnern nochmals daran (vergl. Bd. II, S. 782), dass unseren Formationsgränzen in der Natur keine scharfen Demarcationslinien entsprechen, am wenigsten da, wo die Formationen über einander in stetiger Folge mit concordanter Lagerung zur Ausbildung gelangt sind. Desungeachtet aber bleibt eine Unterscheidung der Formationen der Erdkruste für die Geognosie eben so nothwendig, wie für die Physik eine Unterscheidung der Farben des Spectrums, obgleich die Abgränzung der unterschiedenen Glieder in beiden Fällen mehr oder weniger unsicher ist. Der allmälige Entwickelungsgang der Natur bringt das so mit sich. Daher kann auch der Umstand, dass unter dem Gypse noch einige Schichten mit Conchylien des Grobkalkes vorkommen, während doch in der Hauptsache schon Alles den Charakter einer Süsswasserbildung an sich trägt, die oben ausgesprochene Folgerung nicht entkräften. An der Basis der mittleren Süsswasserbildung befinden wir uns eben auf der Schwelle zweier ganz verschiedener Formationen.

Sonach würde die Oligocänformation des Pariser Bassins in folgende drei Gruppen zerfallen:

I. Mittlere Süsswasserbildung und Gyps; *calcaire lacustre moyen.*
II. Oberer Meeressand; *grès et sables supérieurs.*
III. Obere Süsswasserbildung; *calcaire lacustre supérieur.*

Diese Gruppen wollen wir nun der Reihe nach in Betrachtung ziehen.

I. Gruppe des mittleren Süsswasserkalksteins und Gypses*).

Diese Gruppe nimmt einen Raum ein, welcher ungefähr ein rechtwinkelig gleichschenkeliges Dreieck bildet, dessen Basis sich in ostwestlicher Richtung von Reims (Marne) bis nach Louvier (Eure) 56 lieues weit erstreckt, während seine Spitze 36 lieues weiter südlich bei Château-Landon (Seine et Marne) liegt, so dass der Flächeninhalt des Landsees, in welchem die Schichten der Gruppe gebildet wurden, etwa 1000 Quadrat-lieues beträgt. Die Stadt Paris liegt ziemlich in der Mitte dieses Dreieckes, in dessen östlichem Theile, in den Départements der Marne und Aisne, die ganze Gruppe ihre grösste Mächtigkeit von 85 bis 90 Meter erreicht. Obgleich nun die Schichten dieser Gruppe einestheils sehr verschieden, anderntheils aber, auch bei verschiedenem Niveau, einander oft sehr ähnlich, und überhaupt nur durch wenige Arten von organischen Ueberresten ausgezeichnet sind, so lassen sie sich doch nach d'Archiac in 5 Etagen sondern, welche aber keineswegs überall vollständig vorausgesetzt werden dürfen.

1. Mergel und Kalkstein; (Kalkstein von St. Ouen, *marnes et calcaires*). Im Osten bei Reims mit grünlichen, weissen oder rothen Mergeln beginnend, besteht diese Etage hauptsächlich aus graulichweissen oder gelblichweissen bis hellgrauen und gelben, weichen, mergeligen, bald dünnschichtigen, bald undeutlich geschichteten, bisweilen mit Hornstein- oder Flintnieren erfüllten Kalksteinen, welche 15 bis 20 Meter mächtig über dem Sande von Beau-

*) Die Bezeichnung mittlerer Süsswasserkalkstein hat d'Archiac mit Hinblick auf den unteren Kalkstein von Rilly gewählt.

champ liegen. Im Dép. der Seine und Marne sind es dagegen harte, dichte, gelbe und bisweilen braune, zellige oder tubulose Kalksteine, welche bei Moret und Melun über 40 Meter stark werden.

Ueberall aber sind es besonders *Limnaea longiscata, Cyclostoma mumia, Planorbis rotundatus* und *Paludina pusilla*, welche zugleich mit den Früchten von *Chara medicaginula* diese Etage charakterisiren; hier und da kennt man auch Ueberreste von *Palaeotherien* und *Anoplotherien*. Hierher gehört auch der bekannte kreideähnliche Kalkstein von St. Ouen, nahe nördlich bei Paris, welcher dort sehr verbreitet, und meist 7 bis 10 Meter mächtig ist; die Mergel enthalten bisweilen Knollen von Menilit und Schwimmstein. Nach Ch. d'Orbigny finden sich in diesem, unter dem Gypse liegenden Systeme von Mergeln stellenweise marine Schichten eingeschaltet, mit *Pholadomya ludensis, Corbula gallica, Fusus bulbiformis*. Dasselbe ist nach Hébert auch bei Brie-sur-Marne der Fall, wo der Gyps durch Travertin ersetzt wird, und wo über dem Kalkstein von St. Ouen ein 10 Meter mächtiges Schichtensystem von weissen und grauen, nach oben grünlichgelben Mergeln und etwas Schieferthon und Sand liegt, in welchem *Pholadomya ludensis, Corbula, Cerithium* und andere Conchylien vorkommen; also ein marines Zwischenglied, wie es auch an anderen Orten bei Paris sowie bei Ludes und Verzenay unweit Reims bekannt ist.

2. Gyps und Gypsmergel; *gypse et marnes gypseuses*. Gelblichweisser bis lichtgelber, feinkörniger oder dichter Gyps, oft mit lagenweise eingewachsenen grösseren Gypskrystallen, bald rein, bald als Gypsmergel ausgebildet erscheint in Lenticularstöcken, welche gewöhnlich 5 bis 8, selten 10 bis 15 Meter Mächtigkeit erlangen, und von Château-Thierry über Meaux und Paris bis nach Versailles und Longjumeau in grosser Anzahl vertheilt sind. In der Mitte des Bassins, und namentlich am Montmartre in Paris, gewinnt der Gyps eine sehr bedeutende Entwickelung; er besteht dort nach unten aus einem Wechsel von Gyps (mit den bekannten linsenförmigen Zwillingskrystallen), von Klebschiefer mit Menilitknollen, und von Kalkmergel; nach oben ist es eine ziemlich reine, fast 20 Meter mächtige Gypsmasse, welche in ihren mittleren Theilen eine sehr auffällige säulenförmige Zerklüftung zeigt.

In diesem Gypse kommen die vielen Knochen von *Palaeotherium, Anoplotherium, Xiphodon, Chaeropotamus, Dichobune* und anderen ausgestorbenen Säugethieren, von Vögeln, Reptilien und Fischen vor, welche Cuvier in seinem berühmten Werke beschrieben hat. Bei Montmorency hat Desnoyers innerhalb des Gypses auf sechs verschiedenen, durch schmale Mergellagen bezeichneten Schichtenwechseln viele Fusstapfen von Paläotherien, Anoplotherien, Raubthieren, auch bis 20 Centimeter lange Fusstapfen von Vögeln entdeckt, welche, wie gewöhnlich, auf der Oberfläche der Schichten vertieft, auf der Unterfläche derselben als Abgüsse *en relief* erscheinen. *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 16. Eben so interessant sind die Beobachtungen von Goubert, welcher bei Argenteuil unweit Versailles in denen dem Gypse eingelagerten schmalen Mergelschichten, bis zu 9 Meter über der Grundfläche des Gypses, also z. Th. tief unten, mehre Conchylien der *sables supérieurs*, z. B. *Lucina Heberti, L. squamosa, Corbula subpisum, Corbulomya Nystii* und *Cerithium plicatum* nachgewiesen hat. Da übrigens der Gyps nur in einzelnen Stöcken abgelagert ist*), so kommt auch häufig die erste Etage mit der folgenden in unmittelbare Berührung.

*) Wie diess noch neuerdings von Delesse hervorgehoben wurde, in *Comptes rendus, t.* 52, 1861, *p.* 912 f.

An manchen Punkten wird der Gyps durch Travertin oder Süsswasserkalkstein ersetzt. Gleichwie diess nicht selten nur theilweise, entweder nach unten oder nach oben der Fall ist, so findet sich nach Hébert ein Beispiel von vollständiger Vertretung bei Champigny östlich von Paris, wo dieser Travertin gegen 25 Meter mächtig ist, in mehren Steinbrüchen gewonnen wird, und durch seine Einlagerung zwischen dem Kalkstein von St. Ouen und den Mergeln der folgenden Etage als das unzweifelhafte Aequivalent des Gypses charakterisirt ist. Hébert, in *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 17, *p.* 800 f.

3. Mergelige Kalksteine und grüne Mergel; *marnes vertes et calcaires marneux*. Ueber dem Gypse liegen gewöhnlich dünnschichtige, oft noch gypshaltige weisse Mergel, welche da, wo der Gyps fehlt, in grünliche oder graue, sehr harte mergelige Kalksteine oder in weisse compacte Mergel mit Menilitknollen übergehen. Darüber liegen grüne oder blaulichgraue Mergel, welche mit grosser Beständigkeit fast überall in demselben Niveau vorkommen, und durch die bekannten Nieren von feinkörnigem Strontianit ausgezeichnet sind.

Diese Lagerungsfolge der weissen und der grünen Mergel, welche letztere bei Champigny 4, an der Butte de Chaumont 5 Meter mächtig sind, ist in der Umgebung von Paris überall dieselbe. Die weissen Mergel sind oft reich an *Limnaea strigosa Brong.*, *Planorbis lens Brong.*, *Cyclostoma truncatum Brard*, *Cyrena convexa Héb.*, *Paludina pusilla* und Charakörnern.

4. Kieselkalkstein und Mergel; Kalkstein von Brie, *calcaire marneux avec silice et marnes*. Diese Etage ist es, welche auch oft unter dem Namen *calcaire de Brie* oder *de la Brie* aufgeführt wird, weil sie in der Landschaft la Brie, südöstlich von Paris sehr verbreitet ist. Sie besteht hauptsächlich aus einem graulichweissen, im Bruche matten Kalksteine mit zahlreichen abgeplatteten Nieren von grauem, braunem oder blaulichem, auch gelbem oder rothem Hornstein und Chalcedon, die oft allmälig in den Kalkstein verfliessen. Darüber liegen weisse, graue oder grünliche Mergel, welche bei Champigny und Coulommiers eine $^5/_4$ Fuss starke Schicht Magnesit enthalten. Ihre Mächtigkeit beträgt an der Butte de Chaumont nur $1^1/_2$, bei Champigny 10 bis 15 Meter, während sie anderwärts bis 20 und 30 Meter steigt.

Die petrographische Aehnlichkeit dieser Etage mit dem weit höher liegenden Kalkstein de Beauce ist oft ausserordentlich gross. Von Fossilien findet sich nach d'Archiac sehr häufig *Limnaea longiscata;* Hébert giebt noch ausserdem *Limnaea obtusa Brard*, *L. cornea Brong.*, *Planorbis subangulatus Desh.*, *P. Prevostinus Desh.* und *P. cornu Brong.* an.

5. Mühlsteinquarz und Thon; *meulière et argile*. Dufrénoy hat gezeigt, dass der berühmte Mühlsteinquarz von la Ferté-sous-Jouarre als das oberste Glied dieser Gruppe zu betrachten ist. Derselbe bildet grosse, unregelmässige Concretionen und unstetige Bänke innerhalb eines braunen, gelben oder rothen unreinen Thones, und scheint überhaupt nur im östlichen und nordöstlichen Theile des ganzen Bassins vorzukommen. Seine Bedeckung durch die *sables supérieurs* ist nur an wenigen Punkten bei Ferté-sous-Jouarre, Flagny und Fère zu beobachten. Bei Château-Thierry beträgt die Mächtigkeit dieser Etage nur 5 Meter.

II. Gruppe des oberen Meeressandes; *grès et sables supérieurs*.

Diese Gruppe verbreitet sich über einen sehr grossen Raum von Norden nach Süden und von Osten nach Westen; namentlich ist es der eigentliche Sand, welcher weit über die Gränzen des Gebietes der Eocänformation hinausgreift, und die auffallende Verschiedenheit der Bildungsräume erkennen lässt, innerhalb welcher einerseits die eocänen, und anderseits die oligocänen Schichten der Pariser Tertiärformation abgelagert worden sind. Nach d'Archiac lässt sich die Gruppe in die drei Etagen der marinen Mergel, des Sandes mit Conchylien, und des Sandsteins von Fontainebleau zerfällen.

1. Mergel mit Austern; *marnes marines*. Diese, meist nur einige Meter mächtige Etage wurde anfangs noch zu der vorhergehenden Gruppe gerechnet, später jedoch zweckmässigerweise mit der gegenwärtigen Gruppe vereinigt. Sie verbreitet sich nach Süden, beständig unter dem oberen Sande liegend, bis nach Château Landon, 17 lieues von Paris, während sie 10 lieues nördlich, östlich und westlich von Paris nicht mehr vorhanden zu sein scheint. Ihre Gesteine sind wesentlich grüne oder gelbliche Thonmergel und Thone, welche zum Theil sandig oder auch kalkig werden, und bisweilen in dichte Kalksteine übergehen.

Diese Mergel werden ganz besonders durch

Ostrea longirostris Lam. *Ostrea cyathula Lam.* und
. . . . *callifera Lam.* *Natica crassatina Desh.*

charakterisirt, welche oft sehr zahlreich vorkommen, weshalb die Mergel selbst unter dem Namen der Austermergel aufgeführt worden sind.

2. Sand mit Conchylien; *sables et bancs de coquilles*. Die Verbreitung dieser Etage ist weit bedeutender, als die der Austermergel. Von Paris nach Nordosten über Dammartin bis Villers-Cotterets und Fère-en-Tardenais, und von letzterer Stadt 35 lieues weit nach Westen bis Montjavoult bildet der Sand meist nur einzelne Kuppen und Rücken; bei Paris selbst ist er vorhanden, sowie westlich bei Versailles und Montmorency; nach Süden gewinnt er bei Etampes, Fontainebleau und Nemours eine mehr stetige Ausdehnung bis nach Château-Landon und Boulay; nach Südwesten endlich überschreitet er die Wasserscheide zwischen der Seine und Loire, und verbreitet sich weithin in derselben Richtung.

Diese Sandbildung besteht sehr vorwaltend aus hellfarbigem Quarzsand, welcher bisweilen (wie bei Etampes) so rein und weiss ist, dass er zur Glasfabrication benutzt werden kann; oftmals ist er aber durch Eisenoxydhydrat gelb, bisweilen auch durch Eisenoxyd roth gefärbt, wie bei Romainville. Nicht selten geht der lose Sand durch Aufnahme eines thonigen, kalkigen oder kieseligen Bindemittels in Sandstein über, welcher theils Schichten, theils grössere und kleinere, ganz unregelmässige Concretionen bildet, die bisweilen sehr eisenschüssig sind. Bekannt sind die in diesem Sande vorkommenden Krystallgruppen von sandigem Kalkspath, und die gleichfalls durch kohlensauren Kalk gebildeten kugeligen und traubigen Concretionen, welche letztere bis 83 Procent Quarzsand enthalten. Stellenweise sollen sich auch nach unten einige Schichten von Kalkstein finden.

Die Mächtigkeit der Sandablagerung ist sehr verschieden; bei Villers-Cotterets beträgt sie 12 bis 13, bei Fère-en-Tardenais 15 Meter; an der Südgränze des Bassins, bei Boulay, Lorrez und Buteau sinkt sie bis auf 6 und 8 Meter herab, während sie bei Triel 30, endlich (jedoch einschliesslich des Sandsteins) bei Etampes 35, und bei Mondeville sogar 70 Meter erreicht.

Diese Etage ist zwar bisweilen leer oder sehr arm an Fossilien; auch sind solche oft nur als Steinkerne und Abdrücke erhalten; an einigen Orten jedoch, wie bei Jeurre, Etampes, Etrechy, Ormoy, Romainville und Ormesson unweit Nemours finden sich, zumal nach unten und oben, viele wohlerhaltene Fossilien, von denen wir nur die folgenden Species namhaft machen wollen:

Corbula striata Lam.
. . . . . subpisum d'Orb.
Cytherea incrassata Sow.
Cyrena semistriata Desh.
. . . . convexa Héb.
Lucina striatula Nyst
. . . . Heberti Desh.
Cardium Raulini Héb.
Pectunculus angusticostatus Lam.
. . . . obovatus Lam.
Ostrea cyathula Lam.
. . . . longirostris Lam.
Dentalium Kickxii Nyst
Calyptraea striatella Nyst
Melania semistriata Lam.
Xenophora Lyelliana Bosq
Natica crassatina Desh.
Deshayesia cochlearia Héb.
Chemnitzia semidecussata d'Orb.
Cerithium plicatum Brug.
. . . . . . trochleare Lam.
Voluta Rathieri Héb.
. . . . suturalis Nyst
Buccinum Gossardi Nyst
Fusus elongatus Nyst
Pleurotoma belgica Goldf.
. . . . costellaria Duch.
Murex cuniculosus Duch.
Aporrhais speciosa Schl.

Die sämmtlichen Formen dieses oberen Meeressandes sind übrigens specifisch verschieden von denen des Grobkalkes und des mittleren Meeressandes.

3. Sandstein; *grès de Fontainebleau.* Diese Etage ist nur in dem mittleren und südlichen Theile des Bassins vorhanden, wo sie überall dem Sande aufgelagert erscheint, und oft in sehr pittoresken, ruinenähnlichen Felsen aufragt, wie bei Fontainebleau, Nemours, Malesherbes, Milly und anderen Orten.

Der Sandstein ist theils rein und weiss, theils röthlich oder gelb, oft etwas glimmerhaltig, oder eisenschüssig, und stellenweise mit Nestern von sandigem Brauneisenstein versehen; nur selten enthält er Steinkerne und Abdrücke von Conchylien, welche mit denen des Sandes identisch sind.

III. Gruppe der oberen Süsswasserbildung; *calcaire lacustre supérieur.*

Diese Gruppe, welche auch unter dem Namen des Kalksteins von Beauce (*calcaire de Beauce* oder *de la Beauce*) aufgeführt wird, weil sie in der Landschaft la Beauce im Orléanais besonders verbreitet ist, erscheint im nordöstlichen Theile des Bassins bei Villers-Cotterets nur noch in einzelnen Lappen, welche die Kuppen der dortigen Sandhügel krönen; nach Süden und Südwesten aber bildet sie das ganze Plateau zwischen Montargis, Orléans und Chartres, und ist auch weiterhin nach Südwesten in der Touraine vorhanden; endlich wird der Süsswasserkalkstein der Auvergne als ihre Fortsetzung betrachtet.

Sie liegt zwar in einem grossen Theile ihrer Verbreitung unmittelbar über dem oberen Meeressande, greift aber oft weit über die Gränzen desselben hinaus

in das Gebiet der Kreide, der Juraformation und noch älterer Formationen. In Orléans selbst ist sie mit einem Bohrbrunnen über 57 Meter mächtig befunden worden. Es lassen sich in ihr besonders drei verschiedene Glieder unterscheiden, nämlich Limnäenkalkstein, Mühlsteinquarz und Helicitenkalkstein.

1. Limnäenkalkstein; *calcaires et marnes lacustres.* Meist ein gelblich- oder graulichweisser, bisweilen auch ockergelber oder lichtbrauner, theils dichter, und dann oft zelliger und tubuloser, theils erdiger Kalkstein, welcher in weisse oder graue Mergel übergeht; häufig mit Nieren, Lagen und Trümern von Hornstein, Jaspis und Chalcedon. Südlich von Dourdan (Seine und Oise) ist er bis 25 Meter mächtig; anderwärts wird seine Mächtigkeit weit geringer.

Nach Meugy soll dieser Kalkstein von Beauce im Allgemeinen weit reicher an Fossilien sein, als der ihm ausserdem sehr ähnliche, aber unter dem oberen Meeressande liegende Kalkstein von Brie. Es sind lauter Süsswasserformen, von welchen d'Archiac die folgenden namhaft macht:

Chara medicaginula Brong.	*Limnaea cornea Brong.*
Limnaea cylindrica Brard	*Planorbis Prevostinus Brong.*
. . . . . *fabula Brong.*	*Paludina pygmaea Desh.*
. . . . . *symmetrica Brard*	*Cerithium Lamarckii Desh.*

Bei Argenton (Indre) hat Lockhart in einem wahrscheinlich hierher gehörigen Kalksteine Ueberreste von *Lophiodon*, *Anoplotherium*, *Anthracotherium*, Crocodil und Schildkröte gefunden.

2. Mühlsteinquarz; *argile et meulières.* Ueber dem Limnäenkalkstein, oft aber bald weiter, bald nicht so weit sich verbreitend wie dieser, folgt eine aus grauem, gelbem oder rothem Thone und aus Mühlsteinquarz bestehende Ablagerung, welcher letztere innerhalb des ersteren meist in unstetigen, zerstückelten Bänken, oder in unregelmässig gestalteten blockähnlichen Concretionen ausgebildet ist, und einen bald dichten, bald zelligen, tubulosen oder cavernosen Limnoquarzit darstellt.

Diese Quarzite werden mehrorts, wie z. B. bei Meudon, Rambouillet, Cuisy als Bausteine und Mühlsteine gebrochen; sie enthalten oft Steinkerne und Abdrücke derselben Fossilien, welche in dem unterliegenden Kalksteine vorkommen, und sollen nach Meugy ebenfalls reicher daran sein, als die gleichartigen Gesteine, welche den Kalkstein von Brie bedecken.

3. Helicitenkalkstein; *calcaires à Hélices.* Dieses oberste und letzte Glied der Pariser Tertiärformation, welches sich nach Westen und Süden hin weit verbreitet, verdient allerdings den von Prevost vorgeschlagenen Namen *calcaire à Hélices*, weil es oft ausserordentlich reich an diesen Schnecken ist. Dasselbe erscheint meist als ein hellfarbiger, dichter oder mergeliger Kalkstein; allein bei Pithiviers, nordöstlich von Orléans, kommen auch grünlichgraue Schichten von pisolithischer und oolithischer Structur vor.

Als besonders bezeichnende Conchylien dieser Kalksteine nennt d'Archiac:

Helix Moroguesi Brong.	*Helix Lemani Brong.* und
. . . *Tristani Brong.*	*Planorbis corneus Lam.*

Das Vorwalten der Helix-Arten ist eine sehr auffallende Erscheinung.

§. 444. *Süsswasserformation der Auvergne.*

Es wurde schon vorhin (S. 47) bemerkt, dass man den Süsswasserkalkstein der Auvergne als eine mit dem Kalksteine von Beauce gleichzeitige Bildung und gewissermaassen als dessen südliche Fortsetzung zu betrachten pflegt. Da nun jener Kalkstein von sehr mächtigen Sandsteinen und Mergeln unterteuft wird, so würden sich diese Gesteine vielleicht als limnische Aequivalente der *sables supérieurs*, und demgemäss der ganze dortige Schichtencomplex, mit Ausnahme gewisser neuerer Schichten, als eine der Oligocänformation aequivalente Süsswasserbildung betrachten lassen. Wegen dieser sehr wahrscheinlichen Correlation und wegen ihrer übrigen recht interessanten Verhältnisse glauben wir daher dieser Formation einen besonderen Paragraphen widmen zu müssen.

Die obere Süsswasserbildung des Pariser Bassins erstreckt sich an der Loire südwärts bis nach Sancerre, von wo aus über Nevers aufwärts eine Unterbrechung eintritt. Oberhalb der Confluenz der Loire und des Allier beginnt jedoch in dem Thale des letzteren Flusses die Süsswasserbildung der Limagne, welche nun über Moulins, Vichy und Clermont bis nach Brioude 23 Meilen weit ununterbrochen und in bedeutender Breite das Thal erfüllt. Diese grösste Ablagerung wird durch die Bergkette des Forez von einer etwas kleineren Ablagerung getrennt, welche sich im Thale der Loire von Bourbon-Lancy über Digoin und Roanne bis jenseits Montbrison erstreckt. Ein paar noch kleinere Ablagerungen finden sich weiter südlich, bei Aurillac am Cantal und bei le Puy im Velay.

Alle diese Süsswasserbildungen zeigen eine solche allgemeine Uebereinstimmung ihrer Eigenschaften, dass sie wohl mit Recht als Sedimente betrachtet werden, welche während einer und derselben Periode durch ähnliche Ursachen in verschiedenen Landseen zur Ausbildung gelangten. Die in denselben Gegenden so verbreiteten vulcanischen Formationen wurden erst später gebildet, wie die Abwesenheit von Fragmenten und Geröllen der ihnen zugehörigen Gesteine innerhalb der Schichten der Tertiärformation beweist.

Es sind besonders fünf verschiedene Gesteinsarten, welche die Süsswasserformation der Auvergne zusammensetzen, nämlich Conglomerate und Sandsteine, rothe Mergel, grüne und weisse Mergelschiefer, Kalkstein und Gyps. Der Untergrund, auf welchem diese Gesteine abgelagert wurden, besteht aus Granit, Gneiss und anderen krystallinischen Silicatgesteinen des Centralplateaus von Frankreich.

1. Conglomerate und Sandsteine. Diese Gesteine finden sich an der Gränze des Bassins der Limagne vielorts und besonders an einzelnen Stellen angehäuft, wo vielleicht ehemalige Flüsse einmündeten. Die Geschiebe und Gerölle der Conglomerate bestehen aus Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, Quarzit, überhaupt aus denjenigen primitiven Gesteinen, welche den Bassingrund bilden, wogegen sich von Basalt, Trachyt und anderen vulcanischen Gesteinen keine Spur vorfindet. Der Sandstein erscheint häufig als eine Arkose, deren Elemente unmittelbar durch die Zerbröckelung des unterliegenden Granites oder Gneisses

geliefert und durch Kieselsäure verkittet worden sind, so dass nicht selten scheinbare Uebergänge aus dem Granite in das aufliegende klastische Gestein vorkommen. Bisweilen hat der Sandstein ein kalkiges Bindemittel, welches mitunter zu grossen Concretionen eines travertinähnlichen Kalksteins concentrirt ist.

Am Puy de Jussat und Puy la Roche sind schöne Profile entblösst, in denen man nach unten bis 400 Fuss mächtig weissen und grünen Mergelschiefer, nach oben den kalkigen Sandstein mit Concretionen von Kalkstein liegen sieht. Im Allgemeinen aber sind diese Conglomerate und Sandsteine, ebenso wie die nicht selten vorkommenden losen Geröll- und Sandmassen, aus der Zerstörung der benachbarten primitiven Gesteine hervorgegangen. Von organischen Ueberresten enthalten sie in der Regel gar nichts; doch kommen nach Pomel bei Issoire in der Arkose dieselben Cyrenen vor, wie in dem sie bedeckenden Kalksteine.

2. Rothe Sandsteine und Mergel. Ausser den vorerwähnten Sandsteinen spielen aber auch rothe Sandsteine in der Süsswasserformation der Limagne eine wichtige Rolle; Sandsteine, welche nach ihrer petrographischen Beschaffenheit den gleichnamigen Gesteinen der Buntsandstein-Formation ganz ähnlich und, wie diese, gar häufig grün gefleckt und gestreift sind. Sie werden bisweilen conglomeratartig durch Aufnahme von Geröllen, welche ebenfalls den primitiven Gesteinen angehören. Die rothen und bunten Mergel, welche diese Sandsteine begleiten, ähneln ihrerseits eben so den Mergeln der Buntsandstein-Formation, und enthalten stellenweise Schichten eines röthlichen Kalksteins. Diese oft dunkelrothen Gesteine geben sich schon von weitem durch ihre auffallende Farbe zu erkennen. Obgleich sie gewöhnlich keine organischen Ueberreste umschliessen, so gehen sie doch nach oben in andere Schichten mit Süsswasserconchylien über, weshalb an ihrer Zugehörigkeit zu der dortigen Tertiärformation nicht gezweifelt werden kann.

Dennoch sollen nach Pomel die bunten Thone, wenn auch sehr selten, Paludinen und Helix-Arten enthalten; und Bravard giebt an, dass im bunten Sandsteine und Mergel nordwestlich von Brioude Knochen von *Palaeotherium*, *Rhinoceros*, Crocodil und Schildkröte vorkommen; auch im Thale der Bèbre finden sich nach Poirier viele Knochen im Sandsteine.

Lyell hebt es als eine sehr beachtenswerthe Thatsache hervor, dass hier, im Gebiete einer limnischen Tertiärformation, mächtige Gesteins-Ablagerungen auftreten, welche petrographisch mit Gesteinen der Triasformation völlig übereinstimmen; wodurch es abermals bestätigt werde, dass die petrographische Beschaffenheit der Gesteine für die Erkennung und Unterscheidung der sedimentären Formationen nur einen sehr untergeordneten Werth habe.

3. Grüne und weisse Mergelschiefer. Diese meist hellgrünen oder weissen, gewöhnlich kalkhaltigen Gesteine sind sehr dünnschieferig; was durch die grosse Menge von Cyprisschalen bedingt wird, welche sie enthalten; dazu gesellen sich wohl auch Abdrücke von Charazweigen und zahlreiche kleine Paludinen, wie bei Aurillac, wo diese Mergelschiefer Hügel von 200 Fuss Höhe und darüber bilden. Im Bassin der Limagne steigt ihre Mächtigkeit stellenweise bis zu 700 Fuss, so dass sie einen bedeutenden Antheil an der Zusammensetzung der ganzen Formation nehmen.

Nach einem von Lyell mitgetheilten Profile bei Champradelles unweit Clermont scheinen dort diese Mergelschiefer fast unmittelbar an den Granit zu gränzen, vor welchem sie vertical aufgerichtet, und nach unten als grüne, nach oben als weisse Mergelschiefer ausgebildet sind. Die Aufrichtung ihrer Schichten ist wohl jedenfalls in einer, durch die spätere vulcanische Thätigkeit bewirkten Empordrängung des Granites begründet.

4. Kalksteine. Sowohl die Sandsteine als auch die Mergel gehen zuweilen nach oben in weisse oder hellgraue, theils reine, theils kieselige, von Hornstein und Chalcedon durchzogene Kalksteine über, welche anfangs nur in einzelnen Concretionen innerhalb jener Gesteine, weiter aufwärts aber in stetigen Schichten ausgebildet sind, und oft mit dünnen Lagen von Mergel oder Thon abwechseln; auch sind ihnen bisweilen noch Sandsteinschichten eingeschaltet, dergleichen bei St. Prix grosse, aus dem Granite stammende Feldspathkrystalle enthalten.

Unter diesen Kalksteinen sind besonders drei Varietäten sehr ausgezeichnet, ein oolithischer Kalkstein, der sogenannte Indusienkalkstein und ein kreideähnlicher Kalkstein.

Oolithischer Kalkstein. Auf beiden Seiten des Bassins der Limagne, sowohl im Westen bei Gannat, als im Osten bei Vichy finden sich weisse, oolithische Kalksteine, ganz ähnlich denen, welche in der Juraformation vorkommen; ja bei Chadrat wird das Gestein sogar pisolithisch, indem die Kugeln zugleich eine radialfaserige und concentrisch schalige Zusammensetzung zeigen.

Indusienkalkstein. Ein ganz eigenthümlicher Kalkstein, ausgezeichnet durch zahlreiche, kurze Röhren, welche aus lauter zusammengekitteten Paludinen bestehen, und ursprünglich von Phryganeenlarven, als eine sie schützende Bedeckung (*indusium*), gebildet worden sind. Indem dergleichen Röhren zu vielen Tausenden von Kalkschlamm eingeschlossen wurden, entstanden jene merkwürdigen Kalksteine, welche theils grössere Concretionen, theils unregelmässige Schichten im Mergel und in anderen Kalksteinen bilden.

Kreideähnlicher Kalkstein. Bei Aurillac kommt ein blendendweisser, weicher, petrographisch der Kreide ganz ähnlicher Kalkstein vor; die Aehnlichkeit wird noch durch das sehr häufige Auftreten von lagenweise vertheilten Flintnieren erhöht; allein die Charakörner, die Limnäen, Planorben und anderen Süsswasserconchylien beweisen, dass wir es hier dennoch mit einem Süsswasserkalkstein zu thun haben.

Alle diese Kalksteine und Mergel sind oft sehr reich an organischen Ueberresten; sie enthalten nicht nur Körner und Zweige von Chara, mancherlei Süsswasserconchylien, Cypriden und Indusien, sondern auch stellenweise viele Insecten, sowie Knochen von Reptilien, Säugethieren und Vögeln.

Die Conchylien gehören meist den Geschlechtern *Cyrena, Paludina, Planorbis, Limnaea* und *Unio* an: auch finden sich Cerithien, *Potamides Lamarckii, Melania inquinata, Melanopsis* ähnlich *M. Dufourii*, und mehre Arten von *Helix*, also Landschnecken. Um die Kenntniss der Wirbelthierreste haben sich besonders Pomel und Aymard verdient gemacht; dieselben stammen von den Geschlechtern *Palaeotherium, Anthracotherium, Microtherium, Amphitragalus, Titanomys, Emys, Crocodilus* und von manchen anderen ab, welche uns zum Theil schon über die oligocäne Periode hinaus verweisen würden.

5. Gyps. Dieses nur an wenigen Orten bekannte Gestein erlangt dennoch, wegen seiner Beziehungen zu dem Gypse des Pariser Bassins, einige Wichtigkeit.

Es ist ein dünnschichtiger Gypsmergel, ganz ähnlich demjenigen, welcher in der mittleren Süsswasserbildung bei Paris vorkommt. So findet er sich über 50 Fuss mächtig bei St. Romain, am rechten Ufer des Allier über den cyprisführenden Mergelschiefern; bei le Puy im Velay, wo er mehrorts gebrochen wird, ist er dagegen den Kalksteinen untergeordnet, und wechselt mit Mergeln, die reich an Insecten sind.

Eine auffallende Erscheinung ist es, dass die Gesteine dieser Süsswasserformation sehr häufig mit Bitumen imprägnirt sind, welches nicht selten auf den Klüften, in den drusigen Quarz- und Chalcedon-Trümern und in sonstigen Cavitäten förmlich als Asphalt ausgeschieden vorkommt.

Man nimmt gewöhnlich an, dass bei der Bildung dieser Formation Mineralquellen, welche theils kohlensauren oder schwefelsauren Kalk, theils Kieselsäure absetzten, wesentlich mit im Spiele gewesen seien, und dass einem grossen Theile der Kalksteine und der Mergelschiefer, sowie dem Gypse ihr Material von diesen Quellen geliefert worden sei. Da nun dergleichen Quellen bisweilen auch Erdöl und Bitumen mit sich führen, so dürfte das häufige Vorkommen des letzteren auf diese Weise zu erklären sein.

Was die gegenseitigen Verhältnisse der vorgenannten Gesteine betrifft, so scheinen sie zwar keine ganz bestimmte Lagerungsfolge zu behaupten; im Allgemeinen aber liegen doch die Conglomerate, die Sandsteine und bunten Thone mehr nach unten, die Kalksteine und Kalkmergel mehr nach oben, wie solches im Bassin des Allierthales und am Cantal von vielen Beobachtern, im Thale der Bèbre von Poirier, bei le Puy von F. Robert und Aymard erkannt worden ist. Nach Boulanger sollen die Conglomerate und Sandsteine gleichzeitig mit den Mergelschiefern, allein jene mehr in den litoralen oder peripherischen, diese mehr in den centralen Regionen des Bassins gebildet worden sein, während die Kalksteine im Gebiete beider nach oben auftreten. Pomel stellt zwar das allgemeine Gliederungs-Schema auf, dass die aus der Zerstörung der primitiven Gesteine hervorgegangenen Sandsteine und Arkosen nach unten gelagert sind, dass über ihnen die viel weiter verbreiteten bunten Sandsteine und Mergel folgen, und dass endlich die kalkigen Mergel und Kalksteine in einer Mächtigkeit von 200 Meter die ganze Formation beschliessen; allein er hebt es ausdrücklich hervor, dass im Besonderen die Aufeinanderfolge der Gesteine oft ganz anders erscheint, und dass gar nicht selten an beiden Gehängen eines und desselben Thales, an beiden Enden eines und desselben Hügels ganz verschiedene Gesteine zu beobachten sind.

Die Schichten liegen im Allgemeinen horizontal, doch findet von den Rändern nach der Mitte des Bassins eine sanfte Einsenkung Statt; auch kommen stellenweise recht bedeutende Dislocationen vor; wie denn überhaupt die ursprünglichen Niveau- und Lagerungsverhältnisse durch die späteren, bei der Eruption der Trachyte und Basalte eingetretenen Bewegungen der äusseren Erdkruste manche sehr wesentliche Veränderungen erlitten haben.

Ueber die wahrscheinliche Stellung der Süsswasserbildung der Auvergne in der Reihe der Tertiärformationen ist bereits oben gesprochen worden. Pomel hat zwar versucht, ihre Abtheilungen mit den einzelnen Gruppen der Pariser

Eocän- und Oligocänformation zu parallelisiren; allein d'Archiac bemerkt mit Recht, dass, bei den ganz verschiedenen Bedingungen, welche während der tertiären Periode in den beiderseitigen Bildungsräumen gewaltet haben, eine specielle Parallelisirung kaum zu versuchen, gewiss aber nicht durchzuführen sein dürfte.

§. 445. *Miocäne Formation der Touraine.*

Die Touraine, diese an der Loire, der Indre und dem Cher sich ausbreitende Landschaft, in deren Mitte die Stadt Tours liegt, hat schon seit langer Zeit durch gewisse dort vorkommende Muschellager die Aufmerksamkeit der Geologen auf sich gezogen. Es sind diess die sogenannten Faluns der Touraine*), welche später eine grosse geologische Bedeutung gewannen, nachdem sie im Jahre 1833 von Lyell als typische Beispiele der miocänen Formation aufgestellt worden waren.

Den eigentlichen Untergrund der Touraine liefert die Kreideformation, welche daselbst die südwestliche Fortsetzung des grossen nordfranzösischen Territoriums bildet, und in allen Thälern sehr gut aufgeschlossen ist. Zunächst über der Kreide breitet sich, nur in den Thaleinschnitten unterbrochen, ausserdem aber in stetiger Ausdehnung eine ältere Tertiärformation aus, welche nach unten aus Conglomerat, Sandstein, Sand und Thon, nach oben aus Süsswasserkalkstein, Thon und Limnoquarzit besteht, und als die Fortsetzung der *sables supérieurs* und der oberen Süsswasserbildung des Pariser Bassins betrachtet wird, obgleich die untere Abtheilung gar keine ihr eigenthümlichen organischen Ueberreste, die obere Abtheilung aber nur Süsswasserconchylien enthält, welche nach Dujardin jene Deutung noch etwas zweifelhaft erscheinen lassen könnten**).

Ueber der Süsswasserbildung liegen nun hier und da ganz isolirte Particen der Faluns, welche ursprünglich wohl einer zusammenhängenden Ablagerung angehört haben mögen, die aber grösstentheils fortgespült worden, und nur in einzelnen Lappen erhalten geblieben ist. Da sie gewissermaassen den Normaltypus der miocänen Formationen repräsentiren***), so dürfte eine nähere Betrachtung derselben gerechtfertigt sein, welche wir aus der Abhandlung von Dujardin entlehnen.

---

*) Mit dem Namen Falun werden in vielen Gegenden Frankreichs lose Muschellager oder auch sehr muschelreiche Sandablagerungen bezeichnet, welche zur Mergelung der Felder benutzt werden. In England wird das Wort *crag* genau in derselben Bedeutung gebraucht.

**) *Mém. de la soc. géol. tome II, deuxième partie*, 1837, *p.* 249. Die Thone und Conglomerate der unteren Abtheilung enthalten zwar abgerollte Fragmente von Spongiten und Korallen; diese stammen jedoch aus der unterliegenden Kreideformation, und befinden sich daher auf secundärer Lagerstätte; *ibidem*, *p.* 242 und 244.

***) Gegenwärtig betrachtet sie Lyell als typisches Beispiel der obermiocänen Formation, indem er die oligocänen Bildungen theils als obereocäne, theils als untermiocäne aufführt.

Die insbesondere unter dem Namen Falunière de Touraine schon lange berühmte und ausgebeutete Ablagerung der Art, welcher früher eine weit grössere Ausdehnung und Mächtigkeit zugeschrieben wurde, liegt auf dem Plateau zwischen der Indre und Vienne; sie beginnt 6 lieues südlich von Tours bei dem Dorfe Louhans, und erstreckt sich von dort, mehr oder weniger unterbrochen, südwärts bis nach Manthelan und Bosseé, westwärts bis gegen Sainte-Catherine-de-Fierbois über einen Raum von kaum 3 Quadratlieues, mit einer mittleren Mächtigkeit von nur 10 Fuss, welche jedoch im Süden bei Manthelan und Bossée bedeutender wird. Etwa 3 lieues weiter südlich liegen noch bei Ferrière-l'Arçon ein paar kleinere Partieen.

Eine zweite grössere Ablagerung der Falüns findet sich ebenfalls auf dem linken Ufer der Loire südlich und südöstlich von Blois, bei Contres und Pontlevoy, sowie eine dritte bei Doué, westlich von Saumur; in diesen Gegenden scheinen sie mächtiger zu sein, als südlich von Tours.

Auf dem rechten Ufer der Loire kennt man die Falüns nördlich von Blois; ferner bei Semblançay, 3 lieues nordwestlich von Tours, und endlich bei Savigné, wo sich die grösste zusammenhängende Ablagerung von 3 lieues Länge und Breite vorfindet *).

Diese Falüns haben sich jedenfalls als litorale Ablagerungen auf einem seichten Meeresgrunde gebildet. Sie bestehen oft nur aus grobem und feinem Schutte von allerlei Conchylien, wie bei Manthelan und Louhans, welchem anderwärts viel grober Quarzsand beigemengt ist, wie bei Ferrière-l'Arçon und Semblançay, bei welchem letzteren Orte auch blauliche Lettenschichten vorkommen. Bisweilen (wie bei Contres und Pontlevoy) geht der Muschelschutt in einen feinen gelblichen Kalksand über, welcher unregelmässige Platten eines festen Kalksteins umschliesst, die sogar als Bausteine benutzt werden. Auch bei Doué findet sich ein fast krystallinischer Kalkstein, und in der Gegend von Savigné werden grosse Platten eines weichen, oft fast zerreiblichen Kalksteins gebrochen. Die hier und da eingemengten Gerölle des unterliegenden Süsswasserkalksteins sind bisweilen von Pholaden durchbohrt, welche Erscheinung bei Pontlevoy auch am anstehenden Gesteine zu beobachten ist.

Die Mächtigkeit der ganzen Bildung ist meist gering; doch erreicht sie nach Lyell stellenweise 50 Fuss; und östlich von Contres in der Sologne soll sie bis 20 und 25 Meter steigen.

Unmittelbar am Rande des ehemaligen Meeresstrandes sind die Gesteine meist lose und ohne allen Zusammenhang, enthalten einige Land- und Flussconchylien und Knochen von Wirbelthieren, aber nur sehr wenige und abgerollte Korallen. Weiter einwärts dagegen kommen viele Korallen und Conchylien vor, auch gewinnt das Gestein oft eine grössere Consistenz, indem seine Elemente durch ein kalkiges Bindemittel verkittet wurden, in welchem Falle die Conchylien zuweilen nur noch als Abdrücke und Steinkerne enthalten sind.

Ueberhaupt aber enthalten die Falüns eine erstaunliche Menge von zum

---

*) Auch bei Nantes, sowie in der Bretagne bei Dinan und Rennes wiederholen sich diese Bildungen, worüber wir auf die Abhandlung von Lyell in den *Proceedings of the geol. soc. vol.* III, 1841, *p* 437 ff. verweisen, in welcher er die wichtigen Resultate seiner Studien der Falüns niedergelegt hat; seine neueren Ansichten über sie finden sich in den *Elements of Geology*, 6. *ed* 1865, *p*. 212.

Theil recht wohl erhaltenen organischen Ueberresten, wie sie ja oftmals nur als Anhäufungen derselben zu betrachten sind. Dujardin beschrieb schon 248 Conchylien, und gelangte zu dem Resultate, dass 123 derselben auf ausgestorbene, 125 dagegen auf noch lebende Species zu beziehen sind, was also 50 Procent lebender Species ergeben würde. Dieses Verhältniss ist jedoch später von Lyell etwas anders bestimmt worden, indem sich unter 290 von ihm selbst gesammelten Mollusken nur 72 mit noch jetzt lebenden Species identificiren liessen; was eine Quote von nur 25 Procent liefert und, zugleich mit dem generischen Charakter vieler Species, auf ein höheres Alter der Falüns und auf ein subtropisches Klima zur Zeit ihrer Bildung schliessen lässt, wie solches schon früher von d'Archiac hervorgehoben worden ist. Von Korallen und Bryozoën fand Lyell 43 verschiedene Species.

Wie auffallend verschieden aber die Fauna dieser miocänen (oder neogenen) Formation von den ihr vorausgegangenen Faunen der, fast unter derselben geographischen Breite liegenden eocänen und oligocänen Formation sei, diess lehrt schon das folgende Verzeichniss einiger der häufiger vorkommenden Mollusken*).

Conchiferen.

Pholas dimidiata Duj.
Mactra triangula Brocc.
Crassatella concentrica Duj.
Corbula complanata Sow.
. . . . . carinata Duj.
Petricola ochroleuca Lam.
Tellina crassa Penn.
Lucina columbella Lam.
. . . . Dujardini Desh.
. . . . incrassata Desh.
Venus Basteroti Desh.
Cardium turonicum May.
Cardita crassicosta Lam.
Cardita Jouanneti Bast.
. . . . . nuculina Duj.
Arca barbata Lin.
. . . umbonata Lam.
. . . turonica Duj.
Pectunculus pilosus Lin.
Lima squamosa Lam.
Pecten solarium Lam.
. . . . benedictus Lam.
. . . . striatus Sow.
. . . . scabrellus Lam.
Plicatula ruperella Duj.
Ostrea longirostris Lam.

Brachiopoden.

Terebratula grandis Bronn

Gastropoden.

Dentalium entalis Lin.
Fissurella italica Defr.
Calyptraea chinensis Lin.
Crepidula unguiformis Lam.
Bulla Lajonkairiana Bast.
Helix turonensis Desh.
Auricula oblonga Desh.
Ringicula buccinea Desh.
Rissoa curta Duj.
Natica millepunctata Lam.
Natica Josephinae Risso
Trochus patulus Brocc.
. . . . . incrassatus Duj.
Turritella turris Bast.
Cerithium papaveraceum Bast.
. . . . . . scabrum Olivi
Pleurotoma asperulata Lam.
. . . . terebra Duj.
Cancellaria acutangularis Fauj.
Murex turonensis Duj.

*) Die Namen mehrer Species sind nicht nach Dujardin, sondern nach Hörnes aufgeführt worden, wie er sie in seinem Werke, Die fossilen Mollusken des Tertiärbeckens von Wien, berichtigt hat.

Murex cristatus Brocc.	*Marginella miliacea Lam.*
Buccinum Dujardini Desh.	*Ovula spelta Lam.*
. . . . . . prismaticum Brocc.	*Cypraea affinis Duj.*
. . . . . . incrassatum Müll.	*Oliva flammulata Lam.*
Columbella scripta Bell.	*Ancillaria glandiformis Lam.*
Voluta Lamberti Sow.	*Conus Mercati Brocc.*
Erato laevis Don.	*. . . . clavatus Lam.*

Da ich dieses Verzeichniss aus Dujardin's Abhandlung ausgezogen habe, in welcher bei den einzelnen Species nur sehr selten bemerkt worden ist, ob sie häufig vorkommen, oder nicht, so freut es mich, meinen Lesern noch die folgende Liste der häufigeren und der vorzüglich charakteristischen*) Species vorlegen zu können, welche ich der Güte meines Freundes K. Mayer, also einer der bedeutendsten Auctoritäten, zu verdanken habe.

Conchiferen.

Pholas rugosa	*Cardium Andreae !*
. . . . Dujardini !	*. . . . . turonicum !*
Panopaea Menardi	*Crassatella triangularis !*
Corbula complanata	*Astarte scalaris*
. . . . . revoluta	*Cardita affinis !*
. . . . . gibba	*. . . . . crassicosta*
. . . . . carinata	*. . . . . monilifera*
Ervilia pusilla	*. . . . . corbis*
Sphenia anatina	*. . . . . Jouanneti*
Mactra triangula	*. . . . . trapezia*
Gastrana fragilis	*Arca turonica !*
Tellina crassa	*. . . barbata*
Venus casina	*. . . Breislacki*
. . . . clathrata !	*. . . lactea*
. . . . coturnix !	*. . . umbonata*
. . . . Basteroti !	*Pectunculus insubricus*
Cytherea affinis	*. . . . . . . gallicus*
Lucina columbella	*. . . . . . . pilosus*
. . . . ornata	*Pecten pusio*
. . . . scopulorum	*. . . . Puymariae !*
. . . . Dujardini !	*Ostrea saccellus*
Chama gryphina	*. . . . virginiana*
. . . . gryphoides	*Anomia ephippium*

Gastropoden.

Dentalium mutabile	*Turritella turris*
Fissurella italica	*. . . . . . incrassata*
Crepidula gibbosa	*. . . . . . Doullieri*
Calyptraea chinensis	*Turbo muricatus*
Natica helicina	*Monodonta Araonis*
. . . . varians	*Trochus miliaris*
. . . . Josephinae	*. . . . . strigosus*
. . . . neglecta	*. . . . . miocaenicus*
Rissoa curta !	*. . . . . punctulatus !*
Proto cathedralis	*. . . . . zizyphinus*
Turritella bicarinata	*Cerithium mediterraneum*

*) Diese letzteren sind mit einem ! bezeichnet.

Cerithium lignitarum
. . . . . . *papaveraceum*
. . . . . . *pictum*
. . . . . . *Puymariae !*
Cerithopsis scabra
Pleurotoma asperulata
. . . . *Schreibersi*
. . . . *terebra*
. . . . *incrassata*
Ficula undata !
Fusus Agnesae-Sorelae !
. . . . *rostratus*
Fasciolaria nodifera
Murex aquitanicus
. . . . *Sedgwicki*
. . . . *turonicus*
. . . . *plicatus*
. . . . *Lasseignei*
Buccinum Blesense !
. . . . . . *limatum*
Buccinum Dujardini
. . . . . . *spectabile !*
. . . . . . *turonicum !*
. . . . . . *variabile*
Columbella clathrata
. . . . *miocaenica*
. . . . *scripta*
Conus canaliculatus
. . . . *Mercati*
Marginella miliacea
Ancillaria glandiformis
Erato laevis
Cypraea affinis
. . . . . *avellana*
Paludina muriatica
Helix turonensis
Serpulorbis arenarius
Vermetus intortus
Siliquaria anguina.

Was endlich die, besonders durch Desnoyers bekannt gewordenen Ueberreste von Wirbelthieren betrifft, so bestehen solche in Knochen und Zähnen von *Mastodon, Rhinoceros, Dinotherium, Hippopotamus, Chaeropotamus, Dichobune,* verschiedener Cetaceen, Haifische u. s. w.

§. 446. *Oligocäne und miocäne Formation der Gegend von Bordeaux.*

In dem Bassin der Gironde, Garonne und Dordogne, abwärts und aufwärts von Bordeaux, sind die Tertiärformationen, vom Grobkalke beginnend, als oligocäne und miocäne Bildungen in regelmässiger Aufeinanderfolge zur Entwickelung gelangt, aber zum Theil erst neuerdings durch Tournouër nach ihrer wahren bathrologischen Stellung fixirt worden.

Bei Blaye, am rechten Ufer der Gironde, etwa 5 Meilen unterhalb Bordeaux, steht ein Kalkstein an, welcher von Deshayes schon im Jahre 1832 als das wahre Aequivalent des Pariser Grobkalkes erkannt, und wegen seiner vielen Orbitoliten von Delbos als Orbitolitenkalk bezeichnet worden war. Dieser Kalkstein gewährt daher einen sicheren Horizont für die Beurtheilung der höher aufwärts liegenden Schichtensysteme, von welchen die zunächst folgenden als Glieder der Oligocänformation zu betrachten sind.

A. Oligocänformation der Gegend von Bordeaux.

Gewiss ist es von grossem Interesse, auch hier, im südwestlichen Theile von Frankreich, die Oligocänformation in vollständiger Entwickelung auftreten zu sehen, obgleich sie zum Theil mit ganz anderen petrographischen und paläontologischen Eigenschaften ausgebildet ist, als im Bassin von Paris. Dennoch lassen sich auch hier zwei Süsswasserbildungen unterscheiden, welche durch eine marine Bildung getrennt werden; ein Verhältniss, welches sich für die obere Süsswasserbildung wiederholt, der eine zweite marine Etage eingeschaltet ist. Die ganze Formation besteht nämlich von unten nach oben:

I. aus der sogenannten Mollasse des Fronsadais und aus Süsswasserkalkstein,
II. aus dem sogenannten Asterienkalkstein nebst Zubehör, sowie
III. aus einem Süsswasserkalkstein und dem Falün von Bazas, welcher letztere stellenweise abermals von Süsswasserkalkstein bedeckt wird.

I. Aequivalente der mittleren Süsswasserbildung von Paris.

1. Mollasse des Fronsadais. Sie verdankt ihren Namen dem Umstande, dass sie in den Hügeln bei Fronsac, unweit Libourne an der Dordogne, besonders mächtig aufgeschlossen ist, gewinnt aber in dem ganzen Bassin eine sehr weite Verbreitung, und ist schon über der Citadelle von Blaye als eine Ablagerung von Mergel und Thon zu beobachten. Weiter südöstlich bei Sainte-André-de-Cubzac ist sie schon bedeutender entwickelt, wie denn überhaupt ihre Mächtigkeit nach Osten hin zunimmt, so dass sie bei Fronsac über 100 Meter mächtig ansteht.

Ihre vorwaltenden Gesteine sind Sand und Thon, welche mehrmals mit einander abwechseln. Der immer sehr vorherrschende Sand besteht meist aus Körnern von Quarz und Feldspath, zu denen sich häufig Glimmerschuppen, bisweilen Glaukonitkörner, und fast immer Kalktheile gesellen, durch deren Vermittelung unregelmässig gestaltete Nieren und Stöcke von Sandstein zur Ausbildung gelangten, welche im losen Sande stecken; auch finden sich ähnlich gestaltete Sandsteine mit kieseligem Bindemittel, welche oft sehr eisenschüssig und, wegen ihrer Härte, als Pflasterstein brauchbar sind. An den Gränzen der ganzen Ablagerung kommen sehr häufig Nieren von Brauneisenstein vor, welche im Périgord als Eisenerze gewonnen und benutzt werden. Der Thon ist zuweilen rein, doch meist sandig, blaulich-, grünlich- oder gelblichgrau, mitunter weiss, roth oder violett gefleckt; oft wird er kalkig und geht wohl über in förmliche Mergel, welche nicht selten faust- bis kopfgrosse Kalksteinkugeln von radialstängeliger Textur oder auch von Septarien-Structur umschliessen. Schmale und nicht weit fortsetzende Schichten von Süsswasserkalkstein erscheinen hier und da untergeordnet im Thone, seltener im Sande.

* Von organischen Ueberresten kennt man im Thone nur seltene Knochen von Säugethieren und Reptilien (*Palaeotherium*, *Gavial*, *Trionyx*), im Sande und Sandsteine Pflanzenabdrücke (bei Bergerac) und verkieselte Stämme, welche sehr zahlreich bei Minzac vorkommen. Hiernach ist diese Mollasse wohl als eine Süsswasserbildung zu betrachten; sie wird stellenweise von Süsswasserkalkstein, und, wo dieser fehlt, vom Asterienkalksteine bedeckt.

2. Süsswasserkalkstein. Dieser Kalkstein ist gewöhnlich weiss oder grau, dicht oder porös und zellig, bisweilen auch mergelig, weich und erdig, oft mit Kieselsäure imprägnirt, und dann sehr hart. Innerhalb der härtesten Schichten, welche gewöhnlich die mittleren oder oberen sind, liegen unregelmässige, abgeplattete Stöcke und Klötze eines hellgelben oder bunten, meist zelligen oder cavernosen Quarzites, welche nur selten über 2 oder $2\frac{1}{2}$ Meter dick werden. Die Mächtigkeit der ganzen Bildung beträgt meist 10 bis

15, zuweilen über 20 Meter; ja bei Beaumont (Dordogne) steigt sie nach Dufrénoy bis über 70 Meter. Sie erscheint gewöhnlich in einzelnen, stockartigen Ablagerungen, gewinnt aber auch bisweilen eine recht stetige Verbreitung, und ist überall der Mollasse aufgelagert, in welche sie zuweilen nach unten übergeht.

Bei Sainte-Sabine unweit Beaumont umschliesst sie eine Einlagerung von Gyps und Gypsmergel, deren Gesteine jenen des Pariser Bassins ganz ähnlich und, wie diese, durch die pfeilspitzenähnlichen Zwillingskrystalle ausgezeichnet sind; auch enthalten die Gypsmergel Nieren von dichtem Strontianit, wie sie bei Paris über dem Gypse vorkommen *).

Von organischen Ueberresten finden sich im Kalksteine sehr häufig *Limnaea longiscata*, *Planorbis rotundatus* und Paludinen.

Die Mollasse des Fronsadais und der sie bedeckende Kalkstein bilden also zwei auf einander folgende Etagen einer Süsswasserbildung, welche ihre Stelle über dem Grobkalke von Blaye einnimmt, und durch diese ihre Lagerung, wie durch ihre Gesteine und ihre organischen Ueberreste wohl hinreichend als ein Aequivalent der mittleren Süsswasserbildung des Pariser Bassins charakterisirt wird, wofür sie denn auch von Delbos erklärt wurde **).

II. Aequivalente der *sables supérieurs* von Paris.

3. Austerbänke. Nur an einigen Punkten, nämlich am Tucau bei Saint-Aubin (Gironde), bei Pressac nordwestlich von Sainte-Colombe, bei la Gasparde unweit Tourtirac, bei Gardegan und bei Sainte-Foy findet sich, und zwar an den drei ersteren Orten über der Mollasse, an den beiden letzteren Orten über dem Süsswasserkalksteine eine bis 2 Meter mächtige Austerbank abgelagert, deren oft dicht gedrängte Schalen durch einen gelblichen Sand, oder auch durch einen semikrystallinischen Kalkstein verbunden sind. Allein ungeachtet ihrer geringen Verbreitung und Mächtigkeit erlangen diese Austerbänke eine grosse Wichtigkeit, weil sie uns abermals einen sehr bestimmten Horizont für die Vergleichung des Bassins von Bordeaux mit dem Pariser Bassin liefern. Diese Austern gehören nämlich der Species *Ostrea longirostris* (oder *crassissima*), also derselben Species an, welche für die, unmittelbar über der mittleren Pariser Süsswasserbildung folgenden Austermergel so bezeichnend ist (S. 46); wodurch denn nicht nur die Deutung der so eben betrachteten Süsswasserbildung vollkommen gerechtfertigt, sondern auch die Deutung des nächst folgenden Asterienkalksteins, als eines Aequivalentes der *sables supérieurs*, gar sehr unterstützt wird.

Für diese letztere Deutung und für die Zugehörigkeit der Austerbänke zu dem Asterienkalksteine spricht nämlich die von Delbos hervorgehobene Thatsache, dass

---

*) Dufrénoy, in den *Mém. pour servir à une descr. géol. de la France*, III, *p.* 56. Nach Raulin soll dieser Gyps innerhalb eines Kalklagers der Mollasse liegen. *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 5, *p.* 439.

**) Sehr richtig sagte Delbos: *Nous sommes bien loin de penser, qu'on puisse retrouver à Bordeaux toutes les couches qni forment le bassin de Paris. Cependant le rapprochement en grand des formations du bassin de la Gironde avec celles de Paris va nous fournir des analogies dignes d'un intérêt tout particulier. Mém. de la soc géol.* [2], *t.* II, *partie sec.* 1847, *p.* 285. Dieselbe Abhandlung ist es auch, welche hier vorzugsweise benutzt wurde.

bei la Gasparde zugleich mit den Austern viele andere Conchylien vorkommen, welche den Asterienkalkstein charakterisiren; gerade so, wie in den Pariser Austermergeln die Austern von mehren anderen Species begleitet werden, welche den *sables supérieurs* angehören. Diese Beobachtung ist um so wichtiger, weil an den übrigen genannten Orten fast nur Austern vorhanden sind, und die innige Verknüpfung dieser Austerbänke mit dem darüber folgenden Kalksteine nicht so evident vorliegt, wie bei la Gasparde.

4. Asterienkalkstein. Wegen des sehr häufigen und charakteristischen Vorkommens von Asterias-Gliedern wählte Collegno für diesen Kalkstein den Namen Calcaire à Astéries*). Derselbe zeigt eine sehr verschiedene Beschaffenheit, ist aber nur selten sehr dicht, meist erdig und weich, bisweilen mergelartig, doch wird er nach oben gewöhnlich härter und fester; stellenweise umschliesst er linsenförmige Lagen eines mergeligen Thones, an der Gränze seines Verbreitungsgebietes aber oft viel kleine Quarzgerölle. Seine Mächtigkeit ist verschieden, im Allgemeinen aber zunehmend von Osten nach Westen, so dass er in der Gegend von Bordeaux über 100 Meter hohe Hügel bildet, während er bei Sainte-Foy an der Dordogne nur noch 2 bis 3 Meter stark ist, und sich bald auskeilt. Er liegt übergreifend auf den Austerbänken, dem Süsswasserkalksteine und der Mollasse, und bildet daher die unmittelbar über den Austerbänken folgende Etage der Oligocänformation.

Als einige der am häufigsten vorkommenden Fossilien erwähnt Delbos:

Asterias laevis DesM.	*Modiola lithophaga Lam.*
Scutella striatula Serres	*Pecten Billaudelli DesM.*
Cassidulus nummulinus DesM.	*Ostrea longirostris Desh.*
Fibularia ovata Ag.	*Crania abnormis Brong.*
Milioliten	*Ampullaria maxima Lam.*
Crassatella tumida Lam.	*Turbo Parkinsoni Bast.*
Pectunculus cor Lam.	*Voluta cithara Lam.*

Ausser diesen finden sich auch noch sehr viele andere Formen, darunter auch eine Nummuliten-Species, nämlich *Nummulites garansiana Leym.*, was also beweisen würde, dass dieses Genus hier höher hinaufgeht, als anderwärts; doch ist uns keine Angabe bekannt, aus welcher sich schliessen lässt, dass diese Nummuliten zu förmlichen Schichten angehäuft sind, wie solches in der eocänen Formation der Fall ist. Von Mollusken führt Tournouër noch folgende Species als besonders häufig auf:

Conchiferen.

Ostrea longirostris Delb.	*Lucina columbella Lam.*
. . . . punctifera Delb.	*. . . . globulosa Desh.*
Cardita Bazini Desh.	*. . . . Delbosii d'Orb.*
Venus Aglaurae Brong.	*Crassatella tumida Lam.*

Gastropoden.

Conus deperditus Grat.	*Strombus fasciolarioides Grat.*
Cypraea splendens Grat.	*Triton clathratus Lam.*
Strombus auricularis Grat.	*. . . . corrugatus Grat.*

*) Er wird auch oft unter dem Namen Calcaire de Bourg aufgeführt, weil er bei Bourg, am rechten Ufer der Dordogne oberhalb Blaye, sehr gut entblösst ist.

Triton Hisingeri Grat.	*Cerithium gibberosum Grat.*
Cassis mamillaris Grat.	*. . . . . . lemniscatum Brong.*
Voluta subharpula d'Orb.	*. . . . . . Charpentieri Bast.*
. . . . subambigua d'Orb.	*. . . . . . Koninckii Grat.*
Murex erinaceus Lin.	*Turritella strangulata Grat.*
. . . . fistulosus Grat.	*Turbo Parkinsoni Bast.*
Turbinella pugillaris Grat.	*Trochus labarum Bast.*
Fasciolaria subcarinata Grat.	*. . . . . Boscianus Brong.*
. . . . polygonata Brong.	*Delphinula scobina Brong.*
Pleurotoma Grateloupii DesM.	*Melania costellata Grat.*
Cerithium plicatum Lam.	*Deshayesia neritoides d'Orb.*
. . . . . . trochleare Héb.	*Natica crassatina Desh.*
. . . . . . calculosum Bast.	*. . . . angustata Grat.*

Diese Fauna enthält einige Species von eocänem, mehre von oligocänem Habitus und viele ihr ganz eigenthümliche Formen; dennoch schliesst sich Tournouër der Ansicht von Carl Mayer an, dass der Asterienkalkstein als das, durch eine eigenthümliche Fauna ausgezeichnete Aequivalent des Sandes von Fontainebleau (oder der *sables supérieurs*) zu betrachten sei.

Nach Lefebvre sind bei Bourg, an der Gironde oberhalb Blaye, in diesem Kalksteine aufrecht stehende Baumstämme bis zu 13 Meter Länge und $^1/_2$ Meter Dicke gefunden worden, deren Inneres aus einem thonigen Gesteine, und deren Rinde aus einer schwarzen kohligen Masse bestand. Delbos führt noch Krebsscheeren, Zähne von *Carcharodon*, *Oxyrhina*, *Lamna*, Ueberreste von Schildkröten und von *Manatus Guettardi* an.

5. Thon und Mergel, nebst der *Mollasse ossifère*. Der Asterienkalkstein wird bei Bordeaux von einer blaulichgrauen mergeligen Thonablagerung bedeckt, welche zwar ihre grösste Mächtigkeit weiter südöstlich in der Gegend von Bazas und la Réole erlangt, und sich gegen Bordeaux bedeutend verschmälert, dennoch aber nirgends gänzlich vermisst wird. Nach der Ansicht von Tournouër ist sie mit dem Asterienkalksteine zu vereinigen, an welchen sie sich auch durch häufig vorkommende Kalkstein-Nieren anschliesst, in denen dieselben Cerithien enthalten sind, welche oben genannt wurden.

Die Kalkstein-Concretionen werden besonders nach oben sehr zahlreich, wo sie fast eine selbständige, unweit Léognan z. B. vier Meter mächtige Schicht bilden.

Ueber dieser Concretionen-Schicht folgt dann, 6 bis 10 Meter mächtig, die sogenannte *Mollasse ossifère*, deren richtige Einreihung an dieser Stelle von K. Mayer bereits im Jahre 1855 erkannt worden ist*). Nach Delbos ist sie ein gelbliches oder blauliches, sandiges, nur wenig consistentes Gestein, welches besonders reich an *Operculina complanata* ist, auch einige Echinodermen, sowie viele Zähne und Knochen von Fischen und Cetaceen enthält, was den Namen *Mollasse ossifère* veranlasst hat; man sieht sie besonders bei Léognan, Gradignan, Martignas und Saint-Médard. Ausser der bereits genannten *Oper-*

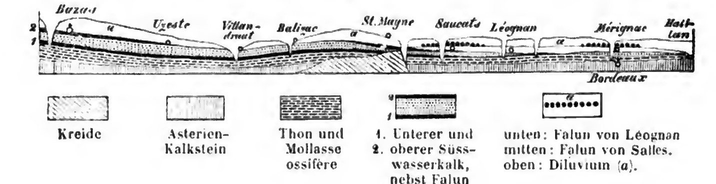
*) Da sie nämlich im Thale von Léognan unmittelbar von dem dortigen Falün bedeckt wird, so wurde sie von Delbos an die Basis desselben versetzt; dagegen zeigte Karl Mayer an einem vollständigen Profile des Thales von Saucats, dass die *Mollasse ossifère* ihre wahre Stelle unter dem Süsswasserkalksteine von Villandraut einnimmt.

culina sind nach Delbos *Scutella subrotunda Lam.*, *Clypeaster marginatus Lam.* und *Ehinolampas Laurillardi Ag.*, sowie nach Mayer *Grateloupia (Donax) difficilis Bast.*, *Turritella aquitanica May.*, *Cerithium salmo Bast.* und *Conus aquitanicus May.* als häufigere Fossilien dieser Mollasse zu nennen.

Dieser Thon nebst der *Mollasse ossifère* beschliesst also die erste marine Gruppe der Formation, welche sonach aus einer kalkigen und einer thonig-mergeligen Etage besteht und noch um Bordeaux 80 bis 100 Meter Mächtigkeit erreicht.

III. Aequivalente der oberen Süsswasserbildung von Paris.

Zu einem leichteren Verständnisse der Lagerung der nun folgenden Bildungen wird das nachstehende von Tournouër entlehnte Diagramm dienen*), welches ein von Bordeaux bis nach Bazas reichendes, etwa 7 Meilen langes Profil darstellt, in welchem der Asterienkalkstein und der darüber liegende Thon nebst der Mollasse als die tiefsten dort sichtbaren Etagen der Tertiärformation auftreten, zugleich aber auch noch ein hervorragender Theil der Kreideformation erscheint.



Ueber dem Thone des Asterienkalksteins und über der Mollasse ossifère liegt zunächst der Limnocalcit oder Süsswasserkalkstein von Villandraut, welchem eine marine Bildung, der Falün von Bazas, aufgelagert ist, worauf eine zweite, aber nur stellenweise vorhandene limnische oder brackische Ablagerung, nämlich der obere Kalkstein von Larrieg die Oligocänformation beschliesst.

Die wahre Aufeinanderfolge dieser und der nächst folgenden Schichtensysteme ist zuerst von Karl Mayer erkannt und von Tournouër bestätigt worden. Während die früheren Beobachter den Falün von Bazas über, und den Falün von Léognan unter den oberen Süsswasserkalkstein von Larrieg verlegten, so zeigte Mayer, dass ihnen die umgekehrte Stellung zukomme, dass also der Falün von Bazas seine Stelle unter, der Falün von Léognan dagegen seine Stelle über jenem Kalksteine einnehme. Die ältere Ansicht mochte wohl darin ihren Grund haben, dass der obere Kalkstein von Larrieg nach allen seinen Eigenschaften dem dortigen unteren Kalksteine, d. h. dem Kalksteine von Villandraut sehr ähnlich ist, weshalb denn beide mit einander leicht verwechselt oder identificirt werden konnten.

6. Süsswasserkalkstein von Villandraut. Dieser nicht sehr mächtige Kalkstein bezeichnet dennoch einen wichtigen Abschnitt, weil er beweist, dass nach der Bildung des Asterienkalksteins und Thones eine bedeutende Emersion Statt gefunden haben muss. Er ist nicht nur bei Villandraut im Thale des Ciron,

---

*) Aus dessen Abhandlung im *Bull. de la soc. géol.* [2]. *t.* 18, *p.* 1035 ff. deren allgemeine Resultate hier mitgetheilt sind.

sondern auch bei Bazas im Thale der Beuve sowie bei dem Weiler Larrieg*) im Thale von Saucats recht deutlich entwickelt und zeigt eine allgemeine Einsenkung nach Nordwesten, von Bazas gegen Bordeaux, in welcher Richtung er sich auch allmälig auskeilt.

Die ihn charakterisirenden Conchylien sind:

Limnaea girondica	*Dreissena Brardü.*
Planorbis subpyrenaicus.	*Potamides Lamarckii*
Paludina Dubuissoni	*Helix girondica*

Auch wird er an seiner Basis fast immer von einer Schicht mit *Cyrena Brongniarti, Cerithium plicatum* und *C. margaritaceum* begleitet, welche ihn bei Bordeaux noch allein zu vertreten scheint.

7. Falün von Bazas. Eine oft mächtige, fossilreiche marine Sand-Ablagerung, welche besonders bei Bazas und Sainte-Croix-du-Mont sehr schön aufgeschlossen ist, und daselbst durch ausgedehnte Austerbänke angezeigt wird. Bei Bazas ist sie fast so mächtig, wie der unterliegende Asterienkalkstein; allein bei Larrieg im Thale von Saucats sinkt sie auf einige Meter herab, bei Mérignac erscheint sie nur noch in einzelnen Partieen, und bei le-Haillan hat sie sich gänzlich ausgekeilt.

Diese Etage wird nach Tournouër besonders charakterisirt durch zahlreiche Cerithien und Neritinen, darunter *Cerithium margaritaceum* und *Neritina picta*, durch *Cyrena Brongniarti*, *Ostrea producta Delb.*, *O. crispata Goldf.* und *O. undata Lam.*, sowie dort, wo sie mächtiger ausgebildet ist, noch durch *Lucina multilamellata, Cytherea undata, Cardita hippopaea, Arca cardiiformis, Pyrula Lainei, Lycophrys lenticularis.* Delbos führt nach *Lucina scopulorum, Donax elongatus, Dreissena Brardii* u. a. Species auf.

Mit dem Asterienkalksteine hat sie noch gemein:

Venus Aglaurae	*Cerithium plicatum*
Lucina globulosa	. . . . . . *calculosum*
Triton corrugatus	. . . . . . *gibberosum* und
Voluta subharpula	*Turritella strangulata.*
Turbinella pugillaris.	

dagegen fehlen ihr, eben so wie dem Asterienkalksteine, die vielen Species von *Pleurotoma, Cancellaria, Buccinum, Pecten* und *Pectunculus.* Der ganze Charakter der Fauna und die nicht wenigen mit dem Asterienkalksteine gemeinschaftlichen Species lassen wohl den Falün von Bazas noch als das oberste marine Glied der Oligocänformation Aquitaniens betrachten.

8. Süsswasserkalkstein von Larrieg. Nach der Bildung des Falüns von Bazas fand abermals eine Emersion Statt, und es entstanden einzelne Lagunen von Brackwasser, in welchen sich Schichten mit Cyrenen, Cerithien und

---

*) K. Mayer nennt daher diesen Kalkstein in einem Profile vom Jahre 1858 Kalkstein von Larrieg. Da der obere Kalkstein gleichfalls bei diesem Weiler vorhanden ist, und da die Benennungen „unterer Kalkstein von Larrieg" und „oberer Kalkstein von Larrieg" etwas schleppend sein würden, so habe ich mir erlaubt, den ersteren nach Villandraut, wo er allein vorkommt, und den andern nach Larrieg zu benennen, wo er eine förmliche Thalstufe zu bilden scheint.

Paludinen ausbildeten. Obgleich aber diese, durch den (oberen) limnischen Kalkstein von Larrieg angezeigte Emersion ziemlich verbreitet gewesen sein muss, so scheint sie doch in den äusseren Regionen des Bassins nur weniger eingetreten zu sein, weshalb bei Mérignac, Bordeaux und le-Haillan marine und limnische Schichten durch einander vorkommen. Die Süsswasser-Conchylien, die Cyrenen und Cerithien dieses Kalksteins sind genau dieselben, wie in dem tiefer liegenden Kalksteine von Villandraut.

Mit dieser zweiten Süsswasserbildung endigt die Gruppe des Falün von Bazas, und zugleich die oligocäne Formation des Bassins von Bordeaux, indem die höher aufwärts folgenden Schichten den Falüns der Touraine entsprechen.

Die unter Nr. 5 bis 8 aufgeführten Etagen bilden Mayer's Aquitanische Stufe, für deren marine Glieder die folgenden Species als besonders häufige und z. Th. charakteristische Formen zu betrachten sind*):

Scutella subrotunda	*Arca aquitanica!*
Echinolampas Laurillardi	. . . *barbata*
Clypeaster marginatus	. . . *cardiiformis!*
Corbula aquitanica!	*Cardita hippopaea*
. . . . . *Tournoueri!*	*Clotho unguiformis*
Lutraria sanna!	*Ostrea cyathula*
. . . . . *angusta*	. . . . . *hyotis*
Psammobia aquitanica	*Vermetus turonensis*
Tellina aquitanica	*Turritella aquitanica!*
Grateloupia difficilis	. . . . . *Desmarestina*
Venerupis decussata	. . . . . *gradata*
Meroë Aturi!	*Trochus subturgidulus*
Venus Aglaurae!	*Cerithium plicatum*
Cytherea undata	. . . . . . *margaritaceum*
Cyrena Brongniarti	. . . . . . *pseudo-obeliscus*
Cardium leognanicum	. . . . . . *girondicum!*
. . . . . *anomalum!*	. . . . . . *salmo!*
. . . . . *praecedens*	. . . . . . *fallax*
Lucina globulosa	. . . . . . *Tournoueri!*
. . . . *scopulorum*	. . . . . . *subcorrugatum*
. . . . *dentata var. major!*	*Murex Lasseignei*
. . . . *multilamella*	*Pyrula Lainei.*
. . . . *columbella var. minor!*	*Buccinum duplicatum!*
Mytilus aquitanicus	*Conus aquitanicus!*

B. Miocäne Formation der Gegend von Bordeaux.

Wie in der Touraine, so ist die Miocänformation auch bei Bordeaux nur in der Form von Falüns ausgebildet, welche jedoch in der Ebene der Landes eine recht bedeutende Verbreitung gewinnen; es sind dies die Falüns von Léognan und Salles, zwei, nach ihrer Lagerungsfolge und nach ihren Fossilien wesentlich verschiedene Etagen.

1. Falün von Léognan. Dieser Falün erscheint nach Delbos bei Mérignac und Léognan als eine lose Ablagerung von gelblichem oder bläulichgrauem

*) Auch diese Liste sowie die beiden noch folgenden, die Falüns von Léognan und Salles betreffenden Listen verdanke ich der gütigen Mittheilung meines Freundes Karl Mayer.

Sande, in welchem eine erstaunliche Menge von wohl erhaltenen Conchylien vorkommt, unter denen sich nur noch sehr wenige Species des Asterienkalksteins vorfinden. Eine an mehren Pecten-Arten besonders reiche Schicht eröffnet nach K. Mayer gewöhnlich die ganze Bildung, welche da, wo alle tieferen Etagen noch vorhanden sind, wie im Thale von Saucats, dem oberen Süsswasserkalksteine aufliegt, bei Léognan dagegen unmittelbar die mehr oder weniger ausgewühlte Oberfläche der Mollasse ossifère bedeckt. Ueber dem dunkel blaulichgrauen Sande folgt bei Saucats ein gelblichweisser feiner Sand, der Falün von Saucats, in welchem zum Theil andere Fossilien vorkommen, als weiter unten. Ueberhaupt aber zeichnet sich dieser Falün von Léognan aus durch die grosse Armuth an Cerithien, und durch den Reichthum an Arten von *Pecten*, *Cardium*, *Turritella*, *Pleurotoma* und *Cancellaria*.

Nach K. Mayer sind folgende Species als besonders häufige und zum Theil charakteristische Formen zu betrachten.

Conchiferen.

Solen vagina
Corbula Basteroti
Mactra Bucklandi
. . . . *triangula*
Lutraria latissima!
Donax transversus
Grateloupia triangularis
. . . . *donaciformis!*
Tapes vetula
. . . *Basteroti!*
Cytherea umbonaria
Venus casinoides
Tellina strigosa!
Psammobia Labordei!
Isocardia burdigalensis!
Cardium discrepans
. . . . . *multicostatum*
. . . . . *Paulense!*
. . . . . *saucatsense!*
. . . . *Gallense*
Cardita pinnula
Arca burdigalina!
. . . *latisulcata*
Avicula phalaenacea
Pinna Brocchii
Pecten Beudanti!
. . . *burdigalensis*
. . . *opercularis*
Anomia burdigalensis

Gastropoden.

Calyptraea deformis
. . . . *depressa*
Natica saucatsensis
Turritella acuta!
. . . . . *turris*
. . . . . *terebralis*
Proto cathedralis
Tornatella punctulata
Trochus patulus
. . . . . *Audebardi*
Xenophora Deshayesi
Cerithium pictum
. . . . . *Paulinae!*
Ranella marginata
Murex subasperrimus
. . . . *lingua bovis*
. . . . *sublavatus*
Pleurotoma asperulata
Pleurotoma Borsoni!
. . . . . . *cataphracta*
. . . . . . *semimarginata*
. . . . . . *obeliscus*
. . . . . . *pseudofusus*
Cancellaria acutangularis
. . . . . . *contorta*
. . . . . . *doliolaris!*
. . . . . . *trochlearis!*
. . . . . . *Geslini!*
Cassis incrassata
. . . *Rondeleti!*
Buccinum baccatum!
. . . . . *Veneris*
. . . . . *Caronis*
. . . . . *Basteroti*
. . . . . *politum!*
Terebra Basteroti

Terebra cinerea
. . . . *fuscata*
. . . . *pertusa*
Voluta ficulina
. . . . *rarispina*
Ancillaria glandiformis.
Oliva flammulata
. . . *plicaria*
Conus burdigalensis!
. . . *Borsoni*

2. Falün von Salles. Bei Salles, nordwestlich von Bordeaux, findet sich dieser Falün in seiner typischen Ausbildung als ein feiner, sehr muschelreicher Sand, wie er denn überhaupt in dem Département der Landes sehr verbreitet, und auch bei Mérignac unweit Bordeaux, sowie bei Saucats in kleineren Ablagerungen bekannt ist. Schon Des-Moulins erkannte, dass dieser Falün eine etwas jüngere Fauna enthalte, als jener von Léognan, was später von Delbos und Raulin vollkommen bestätigt wurde, weshalb man ihn wohl für eine pliocäne Bildung erklären zu können meinte; indessen glaubt Tournouër ihn nicht von der Miocänformation trennen zu dürfen.

Von Conchylien sind *Cardita Jouanneti Desh.*, *Ostrea crassissima Lam.* und *Voluta Lamberti Sow.* sehr bezeichnend; dazu gesellen sich jedoch nach Delbos viele pliocäne Formen, wie *Panopaea Faujasi Bast.*, *Tellina tumida Brocc.*, *Venus plicata Brocc.*, *Cardium hians Brocc.*, *Arca mytiloides Brocc.*, *Fusus clavatus Brocc.* und andere.

Nach K. Mayer kommen folgende Species besonders häufig vor, von denen die sehr charakteristischen mit einem ! bezeichnet sind.

Conchiferen.

Panopaea Menardi
Lutraria elliptica
Mactra adspersa
Tellina crassa
. . . . *ventricosa!*
. . . . *serrata!*
Venus plicata!
. . . . *fasciculata!*
Cytherea pedemontana
Cardium echinatum!
. . . . . *hinas!*
Lucina borealis
Lepton insigne
Astarte scalaris!
Cardita Jouanneti!
. . . . *antiquata*
Arca helvetica!
. . . *turonica!*
. . . *mytiloides!*
Pectunculus insubricus!
. . . . *turonicus!*
. . . . *pilosus*
Nucula laevigata
Pecten gallicus!
. . . . *burdigalensis var.*
. . . . *opercularis!*
Ostrea undata!
. . . . *crassissima!*

Gastropoden.

Sigaretus haliotoideus!
Natica redempta!
Turritella Sallomacina!
. . . . . *Orbignyana*
Ficula intermedia!
. . . . *geometra!*
Cassis sulcosa!
Pleurotoma carinifera
. . . . . . *calcarata!*
Cancellaria inermis!
. . . . *cancellata*
. . . . *uniangulata!*
Bulla lignaria
Conus Puschii

Als noch jüngere quartäre Bildung breitet sich endlich über diesen Falüns die mächtige Sandablagerung der Départements der Gironde und der Landes aus, welche den eigenthümlichen, fast wüstenähnlichen Charakter dieser Landschaften bedingt.

§. 147. *Oligocäne und miocäne Formation bei Dax.*

Auch im äussersten südwestlichen Theile von Frankreich, in dem Bassin des Adour, sind die Tertiärbildungen ziemlich vollständig zur Entwicklung gelangt, und gestatten, ungeachtet mancher petrographischer und paläontologischer Eigenthümlichkeiten, dennoch eine hinreichende Parallelisirung mit den gleichalterigen Bildungen der Gegend von Bordeaux.

Das Thal des Adour bildet im Département der Landes die Gränze zweier Landschaften von sehr verschiedenem Charakter, welche unter den Namen des Marensin und der Chalosse bekannt sind. Das auf dem rechten Ufer sich ausbreitende Marensin gehört schon der weit ausgedehnten sandigen Ebene der Landes an; die am linken Ufer gelegene Chalosse dagegen steigt mit einer Reihe von Hügeln auf, welche nach Süden immer höher werden und in das bergige Vorland der Pyrenäen übergehen; in dieser Landschaft haben die Ophit-Eruptionen sehr bedeutende Störungen des ursprünglichen Gebirgsbaues der sedimentären Formationen verursacht.*)

Auch im Bassin des Adour bildet die Kreideformation den eigentlichen Untergrund des Landes, obgleich sie nur hier und da zu Tage austritt. In der Gegend von Dax kennt man eigenthümliche dunkelrothe Dolomite, welche zwar gewöhnlich für metamorphosirte Gesteine der Kreideformation gehalten werden, nach Delbos aber möglicherweise in noch näherer Beziehung zu der Nummuliten-Formation stehen dürften, die in der Chalosse zunächst über der Kreide vorhanden ist, jedoch fast innerhalb des ganzen, zwischen dem Adour und dem Gave de Pau enthaltenen Raumes von jüngeren Tertiärbildungen bedeckt wird.

Zu diesen letzteren gehört zuvörderst eine noch etwas problematische Süsswasserbildung, welche aus festen grobkörnigen Quarziten und stellenweise, wie bei Saint-Lon aus kohlenführendem Sandstein und bituminösem Mergel besteht, deren Kohlenflötze eine der Steinkohle ganz ähnliche Kohle führen. Dann aber folgen diejenigen Bildungen, welche von Grateloup und Delbos als *faluns bleus* und *faluns jaunes* unterschieden worden sind**), und denen wir zunächst unsere Aufmerksamkeit schenken wollen.

A. Oligocäne Bildungen; (*Faluns bleus* und *F. jaunes* z. Th.).

Als solche sind gewisse Kalksteine und Mergel zu betrachten, welche uns ziemlich genau eine Wiederholung des Asterienkalksteins, der Mollasse ossifère und des Falüns von Bazas vorführen, während die Süsswasserkalksteine vermisst werden, denen dieser letztere Falün in der Gegend von Bordeaux eingeschaltet ist. Nach Delbos lassen sich folgende Etagen unterscheiden.

1. Mergel mit *Natica maxima.* Sie finden sich nur an einigen Puncten wie bei Gaas und Cazordite, und erscheinen als bläulichgraue, meist sehr feine Mergelthone, welche durch ihre Fossilien als ein theilweises Aequivalent des

*) Mit diesen Ophit-Eruptionen pflegt man auch das Vorkommen der fast kochendheissen Quelle in Dax, sowie das der Salzquellen, des Erdöls und Bitumens in Verbindung zu bringen, welche dort mehrorts bekannt sind.

**) *Delbos*, im *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 4, *p.* 712 ff., besonders aber *t.* 5, *p.* 417 ff., welcher letzteren Abhandlung das Folgende meist entnommen ist.

Asterienkalksteins charakterisirt werden. Bei Lesbarritz unweit Gaas wechseln diese Mergel mit Schichten eines schmutzig weissen, sehr kalkreichen Sandes, in welchem zum Theil einige andere Fossilien vorkommen, als an den übrigen Orten.

Delbos führt aus diesen Gesteinen folgende Species auf:

Nummulites intermedia (Lesbarritz)
Natica maxima Grat.
. . . . *crassatina Desh.*
. . . . *ponderosa Desh.*
Ampullaria crassatina Lam.
Trochus labarum Bast.
. . . . *Boscianus Brong.*
Turbo Parkinsoni Bast.
Delphinula scobina Bast.
Turritella strangulata Grat.
Cerithium gibberosum Grat.
. . . . . *lemniscatum Brong.*
Strombus latissimus Grat.
Cypraea splendens Grat.
Conus deperditus Brong.

Fast alle diese Species finden sich auch im Asterienkalksteine, und die Nummuliten von Lesbarritz beweisen uns abermals das bisweilige Hinaufreichen dieser Foraminiferen bis in die tieferen Schichten der Oligocänformation.

2. Kalksteine; (*calcaires coquilliers*). Ueber den blaulichgrauen Mergeln folgen an mehren Orten graue, harte, an Abdrücken und Steinkernen von Conchylien sehr reiche Kalksteine, welche bei Gaas und Garans gewonnen werden, und in ihren Fossilien gleichfalls die Signatur des Asterienkalksteins erkennen lassen. Bei Lesperon, zwischen Dax und Tercis, kommen blaulichgraue semikrystallinische Kalksteine vor, welche ebenfalls hierher gerechnet werden; so auch der gelbliche Kalkstein des Tuc-du-Saumon bei Louer, welcher kleine Nummuliten und sehr viele Korallen umschliesst. Bei Bastennes ist der Kalkstein sehr stark mit Bitumen imprägnirt, und enthält unter anderen auch *Crassatella tumida.*

Delbos führt von Gaas folgende Formen auf:

Nummuliten
Milioliten
Asterias laevis DesM.
Fibularia ovata Ag.
Pecten Billaudelii DesM.
Trochus Benettiae Sow.
Turbo Parkinsoni Bast.
Delphinula scobina Bast.
Natica maxima Grat.
Strombus latissimus Grat.

3. Sand mit brackischen Conchylien. Dieser an Conchylien sehr reiche Falün findet sich bei Saint-Avit, nördlich von Mont-de-Marsan im Marensin, sowie bei Saint-Sever in der Chalosse, und wird durch seine Fossilien als das Aequivalent des Falun von Bazas charakterisirt.

Delbos nennt aus ihm folgende Species:

Lucina scopulorum Brong.
Cytherea undata Bast.
Chama florida Lam.
Mytilus antiquorum Sow.
Melanopsis Dufourii Fér.
Neritina picta Fér.
Cerithium plicatum Lam.
Pyrula Laenei Bast.

4. Falün mit vielen Echiniden. Sandige, dunkel blaulichgraue, oft mit Geröllen gemengte Mergel, welche in der Chalosse an vielen Punkten bekannt und besonders durch die Ueberreste von Echiniden, namentlich von *Clypeaster marginatus Lam.*, *Echinolampas Kleinii DesM.*, *E. semiglobosus DesM.* und *Conoclypus Bordae Ag.* charakterisirt sind, zu denen sich unter anderen auch

Panopaea Faujasii, *Cytherea islandicoides*, sowie viele Cetaceenknochen und Fischzähne gesellen, wodurch die ganze Bildung an die *Mollasse ossifère* von Bordeaux erinnert, während sie durch ihre Echiniden dem Falün von Léognan näher zu stehen scheint.

B. Miocäne Bildungen. Hierher gehört wohl der grösste Theil von denjenigen Schichten, welche Delbos unter dem Namen der *faluns jaunes* aufführte; sie sind besonders auf dem rechten Ufer des Adour, also in der Ebene des Marensin sehr verbreitet.

1. Falün von Saint-Paul. Mit ihm beginnen die eigentlichen Falüns des Bassins des Adour; es ist ein gelblicher mit Conchylien erfüllter Sand, welcher besonders in der Gegend von Saint-Paul, nicht weit nördlich von Dax, sehr entwickelt ist, und grösstentheils dieselben Fossilien enthält, wie der Falün von Léognan und Saucats bei Bordeaux. Delbos ist geneigt, auch den blaulichgrauen Sand von Saubrigues hierher zu rechnen, obgleich derselbe mehre bei Saint-Paul nicht vorkommende Fossilien enthält.

Die Schichten von Saubrigues wurden bisher weit höher hinauf gestellt. Nach einer brieflichen Mittheilung meines verehrten Freundes Karl Mayer ist jedoch ihre Stellung neuerdings sehr zweifelhaft geworden, seitdem Stur bewiesen hat, dass die mit den Schichten von Baden (im Wiener Bassin) paläontologisch identischen blauen Mergel von Lapugy (in Siebenbürgen) unter dem Leithakalke liegen. Da nun Saubrigues in paläontologischer Hinsicht mit Baden und Lapugy übereinstimmt, so bliebe fast nichts Anderes übrig, als seine Schichten zwischen den Falüns von Léognan und Salles einzureihen.

2. Kalkstein mit *Cardita Jouanneti*. Ein theils blaulichgrauer und harter, theils gelblicher, sandiger oder erdiger, oft sehr cavernoser Kalkstein, welcher den einzigen Baustein im Marensin liefert, weshalb er denn bei Mont-de-Marsan, Roquefort und an vielen anderen Orten gebrochen wird. Bei Gaujac geht er in einen mit Bitumen stark imprägnirten Sand über; auch bei Orthez erscheint diese Etage als ein blaulicher, sehr muschelreicher Sand.

Von den organischen Ueberresten, welche oft nur als Abdrücke und Steinkerne vorliegen, sind vorzüglich zu nennen

Cardita Jouanneti — *Pecten Beudanti*
Cytherea islandicoides — *Ostrea crassissima* und
Pectunculus pilosus — *Fusus clavatus*.
Cardium hians

Schon diese wenigen Species dürften es vollkommen rechtfertigen, diese Etage als das Aequivalent des Falüns von Salles bei Bordeaux zu betrachten.

Drittes Kapitel.

Tertiärformationen im südlichen England.

§. 448. *Eocänformation im südlichen England.*

Im südlichen England existirt eine recht vollständige Reihenfolge der Eocän- und Oligocänformation, wie besonders aus den Arbeiten von Prestwich und Forbes hervorgeht, durch welche die früheren Ansichten über die eigentliche

Gliederung der englischen Tertiärformation und über ihre Parallelisirung mit der nordfranzösischen eine wesentliche Aenderung erfahren haben*). Wir wollen daher unsere Darstellung in einer diesen neueren Forschungen möglichst entsprechenden Weise zu geben versuchen.

Die Eocänformation Englands ist besonders im Bassin der Themse, also in der Umgegend von London, und im Bassin von Hampshire, hier zumal auf der Insel Wight, zur Ausbildung gelangt. Sie zeigt aber nicht nur in beiden Bassins mancherlei Verschiedenheiten, sondern auch überhaupt eine in petrographischer Hinsicht so abweichende Facies von den Eocänbildungen Nordfrankreichs, dass es den Anschein gewinnen könnte, als sei schon bald nach dem Anfange der Tertiärperiode eine Trennung Englands von Frankreich eingetreten, wenn nicht an den Nordküsten Frankreichs Verhältnisse vorlägen, welche während der eocänen Periode noch einen Zusammenhang beider (damals theilweise submergirter) Länder zu beweisen scheinen, und uns nöthigen, die bei Paris und London obwaltenden petrographischen Verschiedenheiten aus den verschiedenen Verhältnissen der Submersion, der Strömungen und der Zuflüsse im Norden und im Süden zu erklären. Beachten wir aber die paläontologischen Verhältnisse, so ergiebt sich, dass, bei allen petrographischen Verschiedenheiten, dennoch diesseits und jenseits des Canals eine ziemliche Gleichförmigkeit in der Gliederung der Eocänformation obwaltet.

Indem wir die verschiedenen Schichtensysteme unter ihren in England gebräuchlichen Namen aufführen, und solche mit den Gruppen der nordfranzösischen Tertiärformation vergleichen, erhalten wir nämlich folgende Uebersicht:

Eocänformation.

	in Frankreich.	in England.
I.	Thanetsand; (nur im Norden, von Calais bis Lille bekannt)	*Thanet-sand.*
	Sables inférieurs	*Woolwich and Reading-series.*
	Londonthon; (nur im Norden, von Dieppe über Calais bis Lille) . .	*Londonclay and Bognor-beds.*
II.	*Calcaire grossier*	*Bagshot and Bracklesham-sands.*
III.	*Sables moyens*	*Barton-clay.*

Oligocänformation.

	in Frankreich.	in England.
IV.	Mittlere Süsswasserbildung	*Headon-series, Osborne-beds and Bembridge-beds.*
V.	*Sables supérieurs*	*Hempstead-beds.*
VI.	Obere Süsswasserbildung	fehlt in England.

Eine etwas speciellere Betrachtung dieser englischen Schichtensysteme wird die vorstehende Parallelisirung hinreichend rechtfertigen.

I. Aequivalente der *sables inférieurs*. Diese Gruppe zeigt in England noch die grösste Uebereinstimmung mit den französischen Schichten,

*) Prestwich im *Quarterly Journal of the geol. soc.* III, 1847, 354 ff. und 378 ff.; VI. 1850, 252 ff.; VIII, 235 ff.; X, 1854, 401 ff.; XI, 1855, 206 ff.; XIII, 1857, 90 ff. und Forbes, *ibidem* IX, 259 ff.

indem sie gleich ihnen wesentlich aus Sand und Thon besteht. Nach Prestwich sind in ihr folgende Glieder zu unterscheiden, welche jedoch nicht durchgängig als aequivalent mit denen in §. 442 aufgeführten Gliedern des unteren Sandes im Seinebassin zu betrachten sind.

1. *Thanet-sand.* In Kent wird die Kreide unmittelbar von einem marinen Sande überlagert, welcher in dem ganzen Raume zwischen Sandwich, Canterbury und den Reculvers verbreitet ist. Am besten sieht man ihn östlich von Herne-Bay bei Ramsgate und auf der Halbinsel Thanet, daher der Name; an den Reculvers scheint er 70 bis 80 Fuss stark zu sein; bei Canterbury ist er 80 bis 90, bei Woolwich 60, und unter der Stadt London 30 bis 40 Fuss mächtig; weiter nach Westen keilt er sich allmälig aus, wesshalb er denn auch auf der Insel Wight gar nicht vorhanden ist.

Es ist ein weisser oder doch hellfarbiger, nach unten etwas thoniger, selten (wie bei Herne-Bay) kalkiger Quarzsand, der in seinen tiefsten Schichten auf 2 bis 6 Fuss Höhe ganz erfüllt mit Glaukonit ist, während er höher aufwärts nur sparsame Körner desselben enthält. Auch Flintgerölle kommen nur sehr einzeln vor; doch liegt unmittelbar über der Kreide überall eine Schicht, welche nur aus ihnen besteht.

Im Allgemeinen ist dieser Sand arm an Fossilien; da er nämlich die wasserhaltige Schicht unter dem Londonthone bildet, so sind wohl die meisten Conchylien im Laufe der Zeit aufgelöst und entfernt worden. Am häufigsten findet sich *Cyprina Morrisii Sow.;* ausserdem sind nicht selten:

Cucullaea crassatina Lam.	*Nucula Bowerbankii Sow.*
Corbula longirostris Desh.	*Ampullaria subdepressa Morr.*
Cytherea orbicularis Morr.	*Scalaria Bowerbankii Sow.*
Leda substriata Morr.	*Nodosaria Wheterellii Jones*
Thracia oblata Sow.	Spuren verkohlter Pflanzen.
Pholadomya cuneata Sow.	

Ueberhaupt kennt man bis jetzt 36 Species von Conchylien, von denen 9 bis in den Londonthon hinaufgehen.

2. *Woolwich and Reading Series.* Unter diesem Namen vereinigte Prestwich die marinen Sande und Thone nebst der ihnen eingeschalteten Süsswasserbildung, welche das zunächst über dem Thanetsande abgelagerte Schichtensystem bilden, und in der Hauptsache als das Aequivalent der Gruppe des unteren Sandes im Pariser Bassin zu betrachten sind.

Auf der Insel Wight besteht dieses Schichtensystem fast gänzlich aus reinen, zähen, bunten Thonen, welche sich nach Osten bis in die Nähe von London erstrecken; dort aber finden sich immer mehr Zwischenlager von Sand und Geröll ein, welche den Thon allmälig verdrängen. Weiter östlich keilt sich der Thon gänzlich aus, und, mit Ausnahme einiger Geröllschichten, besteht Alles aus weissem und grünlichem Sande, in welchem zuletzt nur noch marine Conchylien vorkommen.

Bei London selbst schiebt sich m i t t e n zwischen diese Thone und Sande eine aus bunten Thonen nebst Braunkohlen bestehende f l u v i a t i l e Bildung ein, welche das Aequivalent des plastischen Thones und Lignites des Pariser

Bassins und, wie dort so auch hier, durch *Cyrena cuneiformis*, *Cerithium variabile*, *Melania inquinata*, *Melanopsis buccinoidea*, Paludinen und andere brackische oder limnische Conchylien charakterisirt ist.

Es ist nun besonders die untere, noch westlich von London durch *Ostrea bellovacina* ausgezeichnete Abtheilung des ganzen Schichtensystems, in welchem auch andere marine Conchylien vorkommen, welche trotz ihrer geringen Anzahl hinreichen, um die Identität dieser Abtheilung mit dem Sande von Bracheux zu beweisen, für welche auch die Ueberlagerung der braunkohlenführenden fluviatilen Bildung spricht, welche in England genau so wie in Frankreich Statt findet. Die obere, über den Braunkohlen liegende Abtheilung dagegen erscheint zwar ihrer Lagerung nach als das Aequivalent des Sandes von Cuise, ohne doch durch ihre Fossilien als solches charakterisirt zu sein.

In Ost-Kent sind für die untere Abtheilung

Teredina personata Desh.	*Cucullaea crassatina Lam.*
Pectunculus terebratularis Lam.	*Corbula regulbiensis Morr.*
Cytherea bellovacina Desh.	*Cardium plumsteadiense Sow.*
Cyprina scutellaria Desh.	*Ostrea bellovacina Lam.*

als vorzüglich bezeichnende Species zu betrachten. In West-Kent enthält dieselbe Abtheilung nur einige brackische Conchylien, wogegen die obere Abtheilung bei Woolwich und Bromley, neben fluviatilen und brackischen, auch mehr marine Conchylien beherbergt. Fasst man die ganze Reihe zusammen, so sind es 42 Species, von denen 19 auch im Sande von Bracheux und Reims, und 9 in den Lignitablagerungen des Soissonnais vorkommen. Berücksichtigt man nun die Wiederkehr von marinen Fossilien über den Braunkohlen und bunten Thonen, sowie die theilweise Abwechslung dieser letzteren mit den marinen Sanden, so scheint es, dass alle diese Schichten zu einer und derselben Gruppe vereinigt werden müssen.

Anm. *The basement bed of the London-clay.* Nach Prestwich findet sich sehr häufig an der Basis des Londonthones und seiner Aequivalente eine nur 1 bis 5 Fuss mächtige Schicht, welche aus mehr oder weniger eisenschüssigem und glaukonitischem Sande mit Flintgeröllen besteht, oft auch durch ein kalkiges Cäment zu Platten von Sandstein oder Conglomerat verkittet ist, nach unten aber sehr scharf am bunten Thone abschneidet. Diese Grundschicht des Londonthones breitet sich ohne Unterschied über allen den verschiedenen tieferen Schichten aus; sie lässt sich von der Insel Wight bis nach Woolbridge in Suffolk nachweisen, und ist überall mit ähnlichen Eigenschaften vorhanden. Ihr Material stammt offenbar aus den unterliegenden Schichten, aus den Sandschichten des bunten Thones und den grossen Flintgeröllbänken von Woolwich und Bromlay, und ist bei einer Senkung des Meeresbodens gleichmässig ausgebreitet worden. Die Grundschicht enthält stellenweise viele Fossilien, welche mit denen des Londonthones identisch sind; sie eröffnete daher die Bildung desselben, und ist paläontologisch mit ihm zu vereinigen.

3. *Londonclay* und *Bognor-beds.* Die Hauptmasse des Londonthons zeigt in seiner ganzen Ausdehnung eine so entschiedene petrographische Einförmigkeit, dass er schon daran zu erkennen ist. Auf Wight und westlich von London besteht diese sehr mächtige Etage aus braunem oder blaulichgrauem Thon mit eingeschalteten Lagern von Mergelnieren, welche zumal im braunen Thone sehr häufig vorkommen, als Septarien ausgebildet sind und einen trefflichen hydraulischen Mörtel liefern. Eisenkies und Gypskrystalle gehören

zu den gewöhnlichen Accessorien dieses Thones. Auch östlich von London, bei New-Cross, Upnor und Herne-Bay, erscheint die Bildung mit ähnlichen Eigenschaften. Alle Durchschnitte und die vielen artesischen Brunnen lehren, dass der Londonthon eine fast homogene, mehre 100 Fuss mächtige Ablagerung von zähem, vorwaltend braunem Thone bildet; dass er in seiner ganzen Mächtigkeit keine wesentlich verschiedenen untergeordneten Lager enthält, und dass die organischen Ueberreste in ihm sehr ungleich vertheilt, also bald zahlreich, bald sparsam vorhanden sind, bald auch gänzlich vermisst werden. Seine grösste Mächtigkeit von 500 Fuss erreicht er auf der Insel Sheppey; von dort aus nach Westen über London und Reading nimmt solche ganz allmälig ab, bis er sich endlich bei Marlborough gänzlich auskeilt. *)

Da der Londonthon eine ganz eigenthümliche Etage der englischen Eocänformation ist, so möge hier ein Verzeichniss derjenigen Mollusken eingeschaltet werden, welche nach Prestwich als besonders häufige und charakteristische Species zu betrachten sind.

Brachiopoden.

Terebratulina striatula Sow.

Conchiferen.

Teredo antenautae Sow.
Syndosmya splendens Sow.
Pholadomya margaritacea Sow.
Pinna affinis Sow.
Pectunculus decussatus Sow.
. . . . terebratularis Lam.
Neaera inflata Sow.
Nucula amygdaloides Sow.
. . . . Bowerbankii Sow.
Panopaea intermedia Sow.
. . . . . corrugata Sow.
Cyprina planata Sow.
Cryptodon angulatus Sow.
. . . . . . Goodhalli Sow.
Modiola elegans Sow.
Corbula globosa Sow.
Cytherea obliqua Desh.
Cardium nitens Sow.
. . . . . plumsteadiense Sow.
Cardita Brongniarti Sow.
. . . . quadrata Sow.
Astarte rugata Sow.
Pecten corneus Sow.
Avicula papyracea Sow.
. . . . . media Sow.
Ostrea elephantopus Sow.
. . . . tabulata Sow.
Anomia lineata Sow.

Gastropoden.

Dentalium nitens Sow.
Conus concinnus Sow.
Actaeon simulatus Sow.
Bulla attenuata Sow.
Cypraea oviformis Sow.
Natica labellata Lam.
. . . . patula Desh.
. . . . sigaretina Sow.
Cancellaria laeviuscula Sow.
Cassidaria nodosa Brand.
. . . . . . striata Sow.
Phorus extensus Sow.
Murex coronatus Sow.
Cerithium Charlesworthii Prestw.
Turritella imbricataria Lam.
Aporrhais Sowerbyi Mant.
Rostellaria lucida Sow.
Fusus bifasciatus Sow.
. . . . interruptus Sow.
. . . . coniferus Sow.
. . . . curtus Sow.
. . . . trilineatus Sow.
Pyrula angulata Edw.
. . . . Smithii Sow.

*) Vergl. Whitaker, im *Quart. Journal of the geol. soc. vol. 18, 1862, p. 258 ff.*, wo dieselbe westliche Verschmälerung und Auskeilung für alle drei unteren Abtheilungen der englischen Eocänformation nachgewiesen wird.

Voluta nodosa Sow.	*Pleurotoma prisca Sow.*
. . . . *denudata Sow.*	. . . . *colon Sow.*
. . . . *protensa Sow.*	. . . . *comma Sow.*
. . . . *Wheterellii Sow.*	*Scalaria reticulata Sow.*
Pleurotoma acuminata Sow.	*Solarium patulum Sow.*

Cephalopoden.

Nautilus imperialis Sow.	*Nautilus centralis Sow.*
. . . . . *regalis Sow.*	. . . . . *ziczac Sow.*

Dazu gesellen sich noch von Anneliden *Ditrupa plana Sow.* und *Vermicularia Bognoriensis Mant.*

Von Wirbelthieren fanden sich besonders viele Schildkröten, ein Crocodil, eine grosse Seeschlange, Vögel, *Lophiodon, Hyracotherium, Coryphodon* u. a.

Dieser Londonthon wurde nun bis zum Jahre 1847 allgemein für das Aequivalent des Pariser Grobkalkes gehalten, was theils in unvollständigen, theils in unrichtigen Vergleichungen der Fossilien sehr verschiedener Schichten und Localitäten seinen Grund hatte. Allein eine genauere von Prestwich durchgeführte Vergleichung lehrte, dass sich unter den 224 Mollusken des eigentlichen Londonthons (im Themsebassin) nur 14 Species des Grobkalkes befinden, welche nicht einmal zu den Leitfossilien des letzteren gerechnet werden können. Auch ist der allgemeine Charakter der Fauna ein verschiedener; denn im Londonthone walten Cephalopoden, phytophage Gastropoden und dimyare Conchiferen, im Grobkalke dagegen zoophage Gastropoden und monomyare Conchiferen vor. Der Grobkalk ist ferner reich an Foraminiferen und Korallen, enthält aber keine Reptilien, nur einen Fisch und nur ein paar Pflanzen; der Londonthon dagegen hält nur wenige Foraminiferen, darunter gar keine Nummuliten, und wenige Korallen, dafür aber 21 Reptilien, 83 Fische und mehre hundert Pflanzen, welche letztere zumal auf der Insel Sheppey ausserordentlich angehäuft sind*). Hieraus folgte denn, dass die frühere Parallelisirung des Londonthones mit dem Grobkalke unrichtig war, und eine sorgfältige Untersuchung lehrt, dass er nur mit den mittleren und oberen Etagen der *sables inférieurs* verglichen werden kann.

Eben so unrichtig war aber auch die Wahl derjenigen Schichten, welche man früher in Hampshire als die Aequivalente des Londonthones zu betrachten pflegte, indem man, verleitet durch petrographische Aehnlichkeiten, den Bartonclay dafür erklärte, welcher aber ein viel höheres Niveau behauptet. Indem Prestwich die so charakteristische Unterlage des Londonthones mit *Ostrea bellovacina* bei Kembridge in Hampshire auffand, gewann er einen sehr bestimmten Horizont, von welchem ausgehend er zu dem Resultate gelangte, dass es dort die sogenannten Bognor-beds (dunkelgraue kalkige Sandsteine und sandige Kalksteine) sind, welche als die eigentlichen Repräsentanten des Londonthons betrachtet werden müssen.

Die bisher betrachteten drei Schichtensysteme des Thanetsandes, der Woolwich-Reading-Series und des Londonthones vereinigt Prestwich unter dem

*) Diese Insel besteht ganz aus Londonthon, welcher an der Nordseite derselben in 200 Fuss hohen Wänden ansteht, die immer nachstürzen, so dass die Insel von Norden her immer kleiner wird, während sie auf der Südseite durch Anschwemmung wächst. Der Thon ist ganz identisch mit dem von Highgate und Regentspark, und wimmelt von Septarien, welche durch die See herausgewaschen werden. Seine Mächtigkeit muss dort über 500 Fuss betragen; denn bei Sheerness ist er noch 350 F. tief durchsunken worden. Berühmt ist Sheppey durch die grosse Menge von Pflanzenresten, zumal von Früchten, die meist verkiest sind, und fast alle auf tropische Pflanzenformen verweisen, wie die Untersuchungen von Bowerbank gelehrt haben.

Namen *London-Tertiary-Group*, weil sie ihre hauptsächliche Entwickelung bei London und in der weiteren Umgebung dieser Stadt gefunden haben. Eben so fasst er die folgenden Schichtensysteme unter dem Namen *Paris-Tertiary-Group* zusammen, weil sie in dem Pariser Bassin weit vollständiger entwickelt sind.

II. Aequivalente des *calcaire grossier*. Wenn sonach dem Londonthon eine tiefere bathrologische Stellung zukommt, als dem Grobkalke, so mussten andere, über ihm liegende Schichten als die Aequivalente des letzteren aufgesucht werden. Als solche erkannte nun Prestwich einestheils den Bagshot-sand, anderntheils die Schichten von Bracklesham.

4 a. *Bagshot-sand.* In der Gegend von London liegt vielorts über dem Londonthon eine sandige Ablagerung, welche gewöhnlich dürre Sandstrecken bildet, und zuerst von Warburton beschrieben worden ist. Die so fruchtbaren Regionen des Londonthons stechen auffallend ab gegen die Hügel und steilen Sandabhänge dieser Bildung, welche immer unbedeckt ist, und nach Bagshot in Surrey, einem Hauptpunkte ihres Vorkommens, den Namen Bagshotsand erhalten hat. Ihre Mächtigkeit beträgt 400 bis 500 Fuss; in der Hauptsache ist es ein gelber Quarzsand, der nach unten blos Spuren von Pflanzen, nach oben sehr sparsame Conchylien enthält, in der Mitte aber, wo dunkelgrüner glaukonitreicher Sand nebst Schieferthon und bunten Thonen eine 30 bis 36 Fuss mächtige Einlagerung bilden, stellenweise reich an Conchylien ist, obwohl auch dort bis jetzt nur 16 Species nachgewiesen wurden.

Was nun zunächst die untere, fossilfreie Abtheilung dieses Bagshotsandes betrifft, welche von Southend in Essex westwärts bis jenseits Hampshire, immer über dem Londonthone, als eine Ablagerung von hellfarbigem Quarzsande mit einigen schmalen Thonlagen und mit seltenen Concretionen eines kieseligen Sandsteins verfolgt werden kann, so hat Prestwich zu beweisen gesucht, dass sie wohl dieselbe Sandablagerung sei, welche auch bei Cassel, südlich von Dünkirchen, den Londonthon unmittelbar überlagert, und weiter östlich, bei Tournay in Belgien, sehr reich an *Nummulites planulata* ist*). Wenn sich diese Deutung bestätigt, so würde der untere Bagshotsand dem Sande von Cuise-Lamotte und den *lits coquilliers* d'Archiac's entsprechen; und allerdings scheint solche Deutung dadurch unterstützt zu werden, dass die vorerwähnte Glaukonit-Einlagerung unter ihren Conchylien 10 Species enthält, welche auch in Frankreich die unteren Schichten des Grobkalkes charakterisiren. Prestwich vergleicht daher den mittleren Bagshotsand mit dem Brackleshamsande, als dem unzweifelhaften Aequivalente des Grobkalkes, und hält es nicht für unwahrscheinlich, dass der obere Bagshotsand schon ein Aequivalent des Bartonthones sei**).

Auf der Insel Wight ist der Bagshotsand sehr entwickelt, und in der Whitecliffbay die Gränze zwischen ihm und dem braunen Londonthon sehr gut zu erkennen. Er besteht anfangs aus einer vielfachen Wechsellagerung von hellgrauen bis weissen Sandschichten mit weissen Thonschichten; dann folgt eine Sandsteinbank, und darüber gelber, glimmeriger Sand, welcher die Hauptmasse bildet; dieser wird von einer Schicht Flintgeröll bedeckt, worauf grauer Thon, Schieferthon und brauner Thon mit Gypskrystallen das Ganze beschliessen. An der Westseite der Insel, in der Alumbay, erlangt der Bagshotsand eine Mächtigkeit von wenigstens 660 Fuss;

*) *Quart. Journ. of the geol. soc. vol. 11, 1855, p. 233.*

**) *Quart. Journ. of the geol. soc. vol. 13, 1857, p. 132.*

er wird daselbst von verschiedentlich gefärbten Sanden und Thonen, mit untergeordneten Lagern von Eisenstein gebildet, und enthält eine 6 Fuss mächtige Schicht von Pfeifenthon, welche sehr reich an Pflanzenresten, und auch bei Bournemouth und Corfe-Castle auf der Halbinsel Purbeck bekannt ist. Die wichtigsten dieser von De la Harpe bestimmten Pflanzen sind:

Cupressites taxiformis Ung.
. . . . . . elegans DelaH.
Quercus eocaenica DelaH.
Ficus Bowerbankii DelaH.
. . . Granadilla Massal.
. . . Forbesii DelaH
Cluytia aglaiaefolia Web.
Laurus Jovis DelaH.
Daphnogene anglica Heer
Dryandra acutiloba Brong.
. . . . . . Bunburyi DelaH.
Apeiobopsis Symondsii DelaH.
Aralia primigenia DelaH.
Cassia Ungeri Heer
. . . . phaseolites Ung.
Caesalpinia Salteri DelaH.
. . . . Bowerbanki DelaH.

Die Flora ist besonders ausgezeichnet durch Leguminosen, und nähert sich am meisten jener des Londonthons; nächstdem walten Feigen, Sycamoren und Aralien vor.

4b. Bracklesham-Sand. Weiter südlich, in Sussex und auf der Insel Wight, ist die obere Gruppe dieser Sandbildung mit etwas anderen Eigenschaften ausgebildet, welche eine weit bestimmtere Correlation zu dem Grobkalke des Pariser Bassins erkennen lassen. Da sie besonders in der Bracklesham-Bay, unweit Chichester in Sussex, ganz vortrefflich entblöst und auch dort am besten bekannt ist, so wird sie gewöhnlich unter dem Namen Bracklesham-Sand aufgeführt. Im Allgemeinen sind es verschiedene, oft glaukonitische Sande und sandige Thone, welche an dieser berühmten Localität die ganze Gruppe in einer Mächtigkeit von 600 Fuss zusammensetzen. Diese Schichten sind oft sehr reich an Fossilien, welche grossentheils denselben Species angehören, wie jene des Pariser Grobkalkes. Nach Prestwich finden sich unter 368 Mollusken des Bracklesham-Sandes nicht weniger als 144 Species des Grobkalkes*): ein Verhältniss, welches sich für keine andere Gruppe des Pariser Bassins in gleichem Maasse herausstellt, und die Folgerung vollkommen rechtfertigt, dass der Bracklesham-Sand das wirkliche Aequivalent des Grobkalkes ist.

Fisher giebt folgende Uebersicht der Schichten in der Bracklesham-Bay.

1. Grüner Sand mit *Cardita acuticosta* und *C. planicosta*, auch *Cypraea tuberculosa;* weiter aufwärts dunkler schieferiger Thon, und eine Schicht mit *Turritella imbricataria* und *T. sulcifera.*

2. Sandiger Thon, nach oben mit *Nummulites laevigata,* dann dunkelfarbiger Schieferthon, darüber dunkelgrüner Sand mit *Turritella terebellata*, *Pectunculus pulvinatus, Bulla Edwardsii, Ostrea tenera;* endlich leberbrauner schieferiger Thon.

3. Sand und sandiger Thon, darin nach unten *Cerithium giganteum* und *Pectunculus pulvinatus*, weiter aufwärts *Turritella imbricataria*, *Cytherea striatula* und kleine Cerithien.

4. Grüner sandiger Thon mit vielen Conchylien; darüber graulicher Thon mit *Nummulites variolaria;* dann fester kalkiger Sand mit vielen Tellinen und Fora-

*) *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 13, 1857, *p.* 92. Lyell giebt an, dass unter 193 Species des Bagshot- und Bracklesham-Sandes 126 mit solchen des Grobkalkes identisch sind, *Elem. of Geology,* 6. *ed. p.* 287.

miniferen, zuletzt grauer Thon, erfüllt mit *Nummulites variolaria*, *Alveolina sabulosa*, *Quinqueloculina Hauerina*, *Biloculina ringens*, *Rotalia obscura* und *Turbinolia sulcata*.

Aehnlich sind die Verhältnisse auf der Insel Wight, wo die Bracklesham-schichten nach Prestwich und Fisher über 600 Fuss mächtig sind, und von Letzterem gleichfalls in vier Glieder unterschieden werden, deren zweites auch dort durch *Nummulites laevigata*, das dritte durch *Cerithium giganteum* und, zugleich mit dem vierten, durch *Nummulites variolaria* ausgezeichnet ist. (*Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 18, 1861, *p.* 67 f. und 74 f.). Nach Bristow enthalten die unteren Schichten in der Alumbay mehre schmale Kohlenflötze mit *underclays*, so dass die Pflanzen wohl an Ort und Stelle gewachsen sind.

III. Aequivalent der *sables moyens*.

5. Barton-Thon (und oberer Bagshot-Sand). Diese Ablagerung besteht wesentlich aus einem theils dunkelbraunen, theils grauen, oft sandigen Thone, mit zahlreichen Nieren oder Septarien von Sphärosiderit, welche unter Anderem bei Christchurch in Hampshire von bedeutender Grösse in drei verschiedenen Niveaus vorkommen, vom Meere zu Tausenden ausgespült, und nach Südwales in die dortigen Eisenwerke verschifft werden. Dieser Thon erlangt eine Mächtigkeit von 280 bis 350 Fuss. Allein schon am Barton-Cliff wird er von Sand bedeckt, wie ihm auch dort, und noch deutlicher am benachbarten High-Cliff, eine mächtige Sandablagerung eingeschaltet ist, wodurch sich die Totalmächtigkeit der ganzen Bildung auf 330 bis 490 Fuss steigert. Auf der Insel Wight in der Alum-Bay ist der Bartonthon mit ähnlichen Eigenschaften, als ein 300 Fuss mächtiges Schichtensystem von reinem Thon und sandigem Thon mit einigen Lagen von Septarien ausgebildet, über welchem daselbst der nach unten gelbe, nach oben weisse und sehr reine, daher zur Glasfabrication viel benutzte obere Bagshotsand mehr als 150 Fuss mächtig abgelagert ist.

Nach Prestwich giebt sich überhaupt von Westen nach Osten eine Zunahme des Sandes und eine Abnahme des Thons zu erkennen; denn bei Barton ist der Thon 285 und der darüber liegende Sand 45, in der Whitecliff-Bay auf Wight dagegen der Thon 227 und der Sand 263 Fuss mächtig. Ueberall aber beginnt die Bildung mit einer Grundschicht von Flintgeröllen.

Dass nun aber dieser Barton-Thon das wirkliche Aequivalent der *sables moyens* des Pariser Bassins ist, diess wird nicht nur durch seine Lagerungsfolge, sondern auch durch seine organischen Ueberreste bewiesen. Von 252 Mollusken-Species des Barton-Thones finden sich nämlich nach Prestwich zwar 82 im Grobkalke, und nur 77 in den *sables moyens*, so dass es scheinen könnte, als ob der Barton-Thon dem ersteren näher stehe, wie dem letzteren; bedenkt man jedoch, dass im Grobkalke fast noch einmal so viele Species bekannt sind, als in den *sables moyens*, so stellt sich das Verhältniss offenbar so heraus, dass die Quote der gemeinschaftlichen Species zwischen dem Barton-Thone und den *sables moyens* grösser ist, als zwischen ihm und dem Grobkalke. Es bestätigt sich sonach die schon von Graves, Dumont, Lyell und Hébert ausgesprochene Ansicht über die Correlation des Barton-Thones und des Sandes von Beauchamp. Gleichwie aber dieser letztere noch sehr viele Species des Grobkalkes enthält, so finden sich auch unter jenen 252 Species des Barton-Thones noch 103, welche schon im Bracklesham-Sande vorkommen.

Unter diesen Fossilien sind aber ganz besonders die Nummuliten, und zwar *Nummulites variolaria* und *N. Prestwichiana* zu erwähnen, welche nahe an

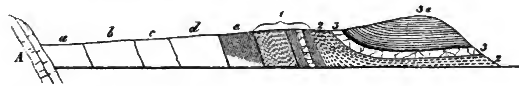
der Basis des Barton-Thones in einem sehr bestimmten Niveau auftreten, und den letzten Nummuliten-Horizont in der englischen Eocänformation bezeichnen.

§. 449. *Oligocäne Formation auf der Insel Wight.*

Die Insel Wight ist besonders lehrreich für das Studium der englischen Tertiärbildungen. Mitten durch dieselbe läuft in fast ostwestlicher Richtung, von Whitecliff-Bay bis Alum-Bay, die Gränze zwischen der Kreideformation und den Tertiärformationen hin, so dass die südliche Hälfte der Insel von cretacischen, die nördliche Hälfte von tertiären Schichten gebildet wird. Längs dieser Gränzlinie sind die Schichten der oberen Kreide, ebenso wie die Schichten der Eocänformation, sehr steil, ja fast vertical aufgerichtet, welche Aufrichtung sich jedoch weiter nach Norden bald ausgleicht, weshalb denn die, der steilen und daher schmalen Zone der Eocänschichten aufgelagerten Schichten der Oligocänformation sehr bald eine ganz schwache nördliche Einsenkung annehmen, und in dieser Lage den grössten Theil der Nordhälfte der Insel constituiren.

Diese Oligocänformation der Insel Wight erweist sich nach ihren organischen Ueberresten als eine fluviomarine Bildung, während welcher mehr oder weniger bedeutende Schwankungen im Stande des Meeresspiegels Statt fanden, daher bald marine, bald brackische, bald limnische Schichten zur Ablagerung gelangten. Dennoch aber ist die ganze Schichtenreihe in stetiger und ununterbrochener Aufeinanderfolge gebildet worden, ohne irgend eine Lücke oder Pause erkennen zu lassen.

Das nachstehende Profil von Whitecliff-Bay giebt eine Uebersicht der Schichtensysteme, wie solche in ihrem oberen Theile besonders durch die Untersuchungen von Edward Forbes festgestellt worden ist *).



A. Kreide.
a. Woolwich- und Reading-Series.
b. Londonthon.
c. Unterer Bagshotsand.
d. Bracklesbamsand.
e. Barton-Series.
1. Headon-Series.
2. Osborne-Schichten.
3. Bembridge-Kalkstein.
3a. Bembridge-Mergel.

Dieses Diagramm zeigt die ganze Reihe der Tertiärbildungen, von der Kreide ausgehend, durch die steil aufgerichteten Glieder der Eocänformation bis zu den Bembridge-Mergeln; nur die Hempsteadschichten fehlen, welche allerdings auf den Hempsteadhill bei Yarmouth und auf den Parkhurstforest bei Newport beschränkt sind, und daher in diesem Profile nicht erscheinen können. Forbes betrachtete alle diese Schichten als eocän; auch wird diese Deutung noch gegenwärtig in England ziemlich allgemein festgehalten. Wenn wir jedoch mit Beyrich die Eocänformation in Frankreich mit den *sables moyens* beschliessen, so müssen wir sie in

*) In seiner wichtigen Abhandlung: *On the fluvio-marine Tertiaries of the Isle of Wight*, im *Quart. Journ. of the geol. soc., vol. 9, p. 259 ff.*

England mit dem gleichalterigen Bartonthone zu Ende gehen lassen; dann würde aber die obige Schichtenreihe von 1 bis 3a sowohl nach ihrer Lagerungsfolge, als auch nach ihren organischen Ueberresten der Oligocänformation entsprechen. Von diesem Gesichtspuncte aus halten wir den Titel des gegenwärtigen Paragraphen für gerechtfertigt*).

Wir wenden uns nun zu einer speciellen Betrachtung der genannten vier Haupt-Etagen, wobei wir besonders der von Bristow, in seiner *Geology of the Isle of Wight* gegebenen Darstellung folgen**).

1. Die Headon-Series. Schon diese Etage zeigt uns ein Aggregat von marinen und von brackischen Schichten: ihre Mächtigkeit beträgt am Headonhill, unweit Alum-Bay im äussersten Westen der Insel 133, an der Whitecliff-Bay, im äussersten Osten 175 Fuss. Wie schon Webster, so unterschied auch Forbes folgende drei Glieder.

a. Untere Headonschichten. Sie sind wesentlich in Brackwasser und Süsswasser gebildet worden, 40 bis 70 Fuss mächtig, bestehen aus Sand, Mergel und Thon, denen auch am Headonhill etwas Kalkstein eingelagert ist, welcher sich jedoch nach Osten ganz allmälig auskeilt. Als besonders häufige Fossilien erscheinen:

Cyrena cycladiformis Desh.	*Paludina lenta Brand.*
Unio Solanderi Sow.	*Planorbis euomphalus Sow.*
Potamomya plana Sow.	*Limnaea longiscata Brong.*

b. Mittlere Headonschichten. Sie werden nach Webster's Vorgange oft als obere Meeresbildung aufgeführt, zeigen aber doch am Headonhill noch mehr einen brackischen Charakter, während sie weiter nördlich an der Colwell-Bay, wenigstens in ihrem mittleren Niveau, einen entschieden marinen Habitus entfalten. Denn dort liegen förmliche Bänke von *Ostrea flabellula* mit *Nucula similis* und *Murex sexdentatus;* ausserdem finden sich *Cytherea incrassata, Nucula deltoidea, Cerithium plicatum, Natica depressa, Buccinum labiatum, Borsonia sulcata*, und andere marine Conchylien, welche zum Theil mit solchen des Barton-Thones identisch sind; dazu gesellen sich:

Chara Wrightii Forb.	*Potamides ventricosus Sow.*
Neritina concava Sow.	. . . . . . *cinctus Sow.*
Melanopsis subfusiformis Morr.	*Cerithium concavum Desh.*

und noch einige andere brackische Mollusken.

c. Obere Headonschichten. Ihr Charakter ist wesentlich der von Brackwasserschichten; sie bestehen aus grünem Sande, aus sandigen und aus reinen Thonen, welchen am Headonhill ein paar mächtige, aber nach Norden und Osten sich auskeilende Kalksteinschichten, anderwärts einige Lagen von Thoneisenstein eingeschaltet sind. Die Fossilien sind meist identisch mit jenen der unteren Schichten; auch finden sich

*) »Man muss, wenn man mit Hébert und Lyell davon ausgeht, dass der Barton-Thon dem Sande von Beauchamp parallel steht, die Headon-, die Osborne- und die Bembridge-Bildungen vereinigt für die unteroligocänen Aequivalente der in Frankreich ungegliederten (mittleren) Süsswasserformation halten, welche die jüngste Eocänbildung von dem Sandsteine von Fontainebleau, dem mitteloligocänen Aequivalente der Hempstead-lager, scheidet.« Beyrich, im Monatsber. der Berliner Akad. 1858, S. 68.

**) In *Memoirs of the geological survey of Great Britain;* ist auch selbständig erschienen, London 1862.

Cyrena obovata Desh.	*Potamides margaritaceus Sow.*
. . . . *pulchra Morr.*	*Melania muricata Wood,*

dazu Potamomyen, Austern und andere Conchylien.

Anm. 1. Die Headon-Series existirt auch in dem der Insel Wight gegenüberliegenden Theile von Hampshire, am Hordwellcliff unweit Lymington, woselbst sie besonders durch die Marquise von Hastings genauer studirt worden ist, welcher man namentlich die Kenntniss von Schildkröten und Säugethieren verdankt, deren Ueberreste dort vorkommen. Diese letzteren gehören den Gattungen *Anoplotherium, Anthracotherium, Paloplotherium, Dichodon, Dichobune, Spalacodon* und *Hyaenodon*, also zum Theil denselben Gattungen an, von welchen auch im Bembridge-Kalkstein Ueberreste gefunden werden; allein die Species sind verschieden, wie die Marquise gezeigt hat. Vergl. ihre Abhandlung, im *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 9, 1852, *p.* 191.

Anm. 2. Vor einigen Jahren sind gleichfalls in Hampshire, bei Brockenhurst, Lindhurst und Roydon, in den tieferen Schichten der Headon-Series sehr viele marine Conchylien gefunden worden, welche Edwards beschrieben hat. Nach einer neueren sehr interessanten Mittheilung des Barons v. Könen befinden sich unter 56 dortigen Species nicht weniger als 43, welche auch in der unteren Oligocänformation Teutschlands vorkommen, und zwar 23 sehr charakteristische Species, während allerdings 21 Species noch aus dem Barton-Thone heraufgehen. Hiernach ist es nicht zu bezweifeln, dass die Headon-Series unteroligocän ist. Vergl. v. Könen, im *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 20, 1864, *p.* 97 f. Uebrigens hat Fisher auch in der Whitecliff-Bay das Niveau dieser fossilreichen Schichten von Brockenhurst nachgewiesen; sie liegen dort hoch oben in der unteren Abtheilung der Headon-Series, und sind durch das Vorkommen von *Cardita deltoidea* bezeichnet; *ibidem, vol.* 18, 1861, *p.* 67, Note.

2. Osborne-Series. Diese Etage wurde von Forbes anfangs unter dem Namen Helens-Series eingeführt, welchem er jedoch später den von dem Königlichen Lustschlosse entlehnten Namen vorzog. Die mineralische Beschaffenheit der hierher gehörigen Schichten ist sehr schwankend; doch erscheinen roth und grün gefleckte Thone, Mergel und Schieferthone, nebst einzelnen Sandstein- und Kalksteinlagern als die gewöhnlichen Gesteine; die Sandsteine liefern mitunter recht brauchbare Bausteine, während die Kalksteine besonders reich an Fossilien sind. Das ganze Schichtensystem ist in der Whitecliff-Bay 80 Fuss mächtig.

Von Fossilien finden sich, ausser Schalen von *Cypris* und Samen von *Chara Lyelli* und *Ch. medicaginula,* vorzüglich

Cyrena obovata Sow.	*Paludina lenta Brand.*
Melania costata Sow.	. . . . . *globuloides Forb.*
. . . . . *excavata Forb.*	*Planorbis euomphalus Sow.*
Limnaea longiscata Brong.	. . . . . *obtusus Sow.*
Melanopsis brevis Sow.	. . . . . *oligyratus Edw.*
. . . . . . *carinata Sow.*	. . . . . *platystoma Wood*
Achatina costellata Sow.	. . . . . *rotundatus Sow.*

durch welche denn diese Etage im Allgemeinen als eine Süsswasserbildung charakterisirt wird.

3. Bembridge-Series. Sie ist in mehrfacher Hinsicht als das wichtigste Glied der ganzen Formation zu betrachten, da sie nicht nur sehr constante petrographische und paläontologische Eigenschaften besitzt, sondern auch über den grössten Theil der Nordhälfte der Insel verbreitet ist, indem die Aufrichtung

der Schichten an ihrem südlichen Rande zu Ende geht. Die ganze, gegen 120 Fuss mächtige Etage lässt sich in zwei Hauptglieder zerfällen, den Bembridge-Kalkstein und die Bembridge-Mergel; zwischen beiden liegt oftmals eine durch sehr viele Austern ausgezeichnete Schicht, welche beweist, dass wenigstens eine Zeitlang das Meerwasser vorwaltete, während ausserdem das ganze Schichtensystem als eine Brackwasserbildung charakterisirt ist.

a. Bembridge-Kalkstein. Ein weisser, lichtgelber bis brauner, bald harter und dichter, bald weicher und erdiger, bisweilen mergeliger, nicht selten breccienartiger, auch wohl kieseliger oder bituminöser Kalkstein, dessen Schichten dann und wann durch Lagen von grünlichem und grauem Thone abgesondert werden. Einige der häufigsten Fossilien dieses bis 30 Fuss mächtigen Kalksteins sind:

Chara tuberculata
. . . . medicaginula
Cyrena semistriata Desh.
Ostrea vectensis Edw.
Cerithium plicatum Desh.
Melania striata Sow.
Planorbis discus Edw.
. . . . . obtusus Sow.
. . . . . oligyratus Edw.
Limnaea longiscata Brong.
Paludina orbicularis Sow.
. . . . . globuloides Forb.
Achatina costellata Sow.
Bulimus ellipticus Sow.
Helix globosa Edw.
. . . vectensis Edw.
. . . Urbani Edw.
. . . occlusa Edw.

Besonders interessant ist es aber, dass bei Binstead unweit Ryde in diesem Kalksteine durch Pratt und Fox Ueberreste derselben vorweltlichen Säugethiere aufgefunden worden sind, welche den Gyps des pariser Bassins auszeichnen; namentlich *Palaeotherium magnum*, *P. medium*, *P. minus*, *P. minimum*, *P. curtum*, *P. crassum*, *Anoplotherium commune*, *A. secundarium*, *Dichobune cervinum* und *Chaeropotamus Cuvieri*. Durch diese Fossilien wird die Parallelisirung der Bembridge-Series mit dem pariser Gypse vollkommen gerechtfertigt.

b. Bembridge-Mergel. Diese bis 80 Fuss mächtige Etage besteht nach unten aus grünlichgrauen Thonen, mit eingeschalteten Schichten von Mergel und Schieferthon, nach oben dagegen vorwaltend aus diesen letzteren beiden Gesteinen. *Cerithium mutabile Lam.* und *Cyrena pulchra Sow.* sind nach unten, *Melania turritissima Forb.* ist nach oben vorzüglich bezeichnend; ausserdem erscheinen besonders häufig:

Cyrena semistriata Desh.
. . . . obovata Sow.
. . . . obtusa Forb.
Cytherea incrassata Desh.
Melania muricata Wood
. . . . costata Sow.
. . . . Forbesii Morr.
Melanopsis carinata Sow.

4. *Hempstead-Series.* Diese, am Hempsteadhill östlich von Yarmouth, etwa 170 Fuss mächtige, und hauptsächlich aus Mergeln bestehende Etage wird von Forbes in vier Glieder getheilt, von denen die drei unteren einen brackischen Charakter besitzen, während sich das oberste, nur bis 15 Fuss mächtige Glied als eine marine Bildung erweist.

a. Untere Mergel; 65 Fuss mächtig, vorzüglich ausgezeichnet durch *Melania muricata*, *Melanopsis carinata* und *Rissoa Chastelii.*

b. Mittlere Mergel; 50 Fuss mächtig, mit *Cyrena semistriata*, *Panopaea minor*, *Melania fasciata*, *Rissoa Chastelii* und *Cerithium Sedgwicki* als besonders charakteristischen Fossilien.

c. Obere Mergel; 40 Fuss mächtig; sehr reich an *Cerithium plicatum*, zu welchem sich *Cerithium elegans*, *Cyrena semistriata*, *Corbula vectensis*, *Rissoa Cha-*

stelii, *Melania inflata*, Limnäen, Paludinen, *Candona Forbesii* (eine Cyprisart) und andere Süsswasser-Fossilien gesellen.

d. Corbulaschichten; braune und grüne Thone, mit Nieren von Thoneisenstein, darin *Corbula pisum*, *C. vectensis*, *Cyrena semistriata*, *Cerithium plicatum*, *Voluta Rathieri*, Cypriden und ganz oben *Ostrea callifera*.

Unter den organischen Ueberresten der Hempstead-Series begegnen wir so manchen für die *sables supérieurs* bei Paris sehr charakteristischen Formen, welche die Richtigkeit der von Beyrich aufgestellten Deutung bestätigen, dass diese Series der mitteloligocänen Periode entspricht. In Uebereinstimmung hiermit erklärte Sandberger die Hempstead-Series für gleichalterig mit dem Meeressande des Mainzer Bassins. *Quart. Journ. of the geol. soc., vol.* 18, 1862, *p.* 330.

Ueber die Flora der Hempstead-Series hat O. Heer einige Mittheilungen gemacht, welche den oligocänen Charakter bestätigen. Von 10 Species sind die folgenden 6, nämlich

Sequoia Coultsiae Heer — *Nelumbium Buchii Ett.*
Andromeda reticulata Ett. — *Chara Escheri Brong.* und
Nymphaea Doris Heer — *Carpolithes Websteri Brong.*

anderwärts in der tongrischen und aquitanischen Stufe Mayer's bekannt, wobei erwähnt werden muss, dass *Carpolithes Websteri* mit dem in der teutschen Braunkohlenformation so gewöhnlichen *Folliculites Kaltennordheimensis* identisch ist. Keine Species aus dem Bagshot-Sande findet sich wieder, wie denn überhaupt die kleine Flora jener der Braunkohle von Bovey am nächsten zu stehen scheint.

Wenn wir nun sehen, dass die bisher geschilderten Etagen der englischen Tertiärformation, vom Plastic-clay bis zu der Hempstead-Series, auf Wight durchaus in concordanter Lagerung auf einander folgen, und dass je zwei auf einander folgende Etagen durch gewisse, ihnen gemeinschaftliche Species auch paläontologisch verknüpft sind, während sich doch die Fauna im Allgemeinen, von der Headon-Series aus abwärts eben so entschieden eocän, wie aufwärts oligocän erweist, so liefern die Entdeckungen von Forbes nur einen neuen Beweis dafür, dass die Natur keinen Sprung macht, und dass, bei concordanter Aufeinanderfolge, selbst an der Gränze der eocänen und oligocänen Bildungen noch gewisse Uebergänge einen stetigen Entwickelungsgang beurkunden.

§. 450. *Neuere Tertiärbildungen in England.*

Oberoligocäne Bildung.

Die obere Abtheilung der Oligocänformation, welche auf der Insel Wight vermisst wird, ist bis jetzt fast nur in einer Gegend Englands, nämlich bei Bovey-Tracey, 11 engl. Meilen südwestlich von Exeter in Devonshire, nachgewiesen worden, wo eine Braunkohlen-Ablagerung vorkommt, welche nach denen von Oswald Heer bestimmten Pflanzenresten aus der oberoligocänen (oder untermiocänen) Periode zu stammen scheint.

Das Bassin von Bovey liegt in einer Vertiefung des Granites und anderer älterer Gesteine, ist 10 engl. Meilen lang, in seinem nördlichen Theile $2\frac{1}{2}$ Meilen breit, und besteht aus lauter losen Gesteinen, aus Geröll, Sand, Thon und Lignit, welche ein gegen 300 Fuss mächtiges Schichtensystem bilden. In technischer Hinsicht gewinnen besonders der Thon (als Pfeifenthon und Töpferthon), und

der Lignit oder die Braunkohle eine grosse Wichtigkeit, welche letztere in vielen Flötzen vorhanden ist, und meist bei der Töpferei verwendet wird. Die Schichten haben eine bassinförmige Lagerung, und fallen daher von den Rändern gegen die Mitte des Bassins ein.

Ueber dieser Braunkohlenformation liegt in abweichender und übergreifender Lagerung eine weit jüngere, bis 40 Fuss mächtige Bildung von Thon, Sand und Geröll, in welcher bei Newton ein schmales Torflager vorkommt.

Ein paar Thonlagen und mehre Braunkohlenlager sind sehr reich an wohl erhaltenen Pflanzenresten, wie denn die Braunkohle selbst grösstentheils aus dem Holze der *Sequoia Couttsiae* gebildet worden ist. Von 49 Species kennt man 20 in den miocänen Schichten des Continentes von Europa, und zwar 14 in der tongrischen, 13 in der Mainzer Stufe, wesbalb wohl der Formation von Bovey ihre Stelle zwischen diesen beiden, oder in der aquitanischen Stufe anzuweisen sein dürfte, welche der oberoligocänen Etage Beyrich's entspricht.

Ausser der sehr vorwaltenden *Sequoia Couttsiae* sind noch besonders *Pecopteris lignitum*, Ueberreste von *Ficus, Cinnamomum, Vitis, Nymphaea* u. a., darunter viele Karpolithen, und namentlich der *Folliculites Kaltennordheimensis* zu erwähnen.

Miocäne Bildung.

Als **miocän** sind vielleicht die eisenschüssigen gelben Sandschichten mit untergeordneten Lagen von Eisensandstein zu betrachten, welche Prestwich bei Folkstone, Paddlesworth, Maidstone und anderen Orten in Kent zwischen Folkstone und Dorking (südlich von London) über der Kreide nachgewiesen hat. Bei Folkstone sind sie 20, bei Paddlesworth an 40 Fuss mächtig, oft aber füllen sie nur die trichterförmigen Vertiefungen (*pipes*) der Oberfläche der Kreide aus. Sie enthalten *Terebratula grandis*, sowie Steinkerne von *Astarte, Nucula, Leda, Arca, Pyrula, Emarginula* und anderen Fossilien, überhaupt nach Wood, welcher sie genau untersuchte, 34, freilich meist nur generisch bestimmbare Formen, welche gewissen Species des unteren Crag am nächsten zu stehen scheinen.

Lyell vergleicht diese Sandablagerung mit dem Sande von Diest in Belgien, und spricht sich schliesslich dahin aus, dass sie bis jetzt die einzige in England bekannte Bildung sei, welche mit einiger Wahrscheinlichkeit für obermiocän erklärt werden könne. Vgl. Prestwich, im *Quarterly Journal of the geol. soc. vol.* 14, 1858, *p.* 322 ff. und Lyell, *Elem. of Geol.* 6. *ed. p.* 233.

Pliocäne Bildungen.

Als dergleichen Bildungen sind die unter dem Namen Crag*) bekannten Ablagerungen in Suffolk, Essex und Norfolk aufzuführen, von welchen die beiden ersteren der älteren, die letzteren der neueren Pliocänformation angehören.

1. Crag von Suffolk. Der Crag von Suffolk und Essex lässt zwei Etagen, nämlich den unteren oder weissen, und den oberen oder rothen Crag unterscheiden.

---

*) Crag nennt man im südlichen England besonders diejenigen Massen von Muschelmergel, welche zum Kalken der Felder brauchbar sind.

a. Weisser oder coralliner Crag*). Diese Etage besitzt nur eine geringe Ausdehnung, indem sie zwischen den Flüssen Alde und Stour einen Raum von 20 engl. Meilen Länge und 3 bis 4 Meilen Breite einnimmt. Es ist ein weisses, kalkiges oder mergeliges, vorwaltend aus Conchylien und Bryozoën bestehendes Gestein, welches bei Sudbourn unweit Orford (östlich von Ipswich) in grossen, bis 50 Fuss tiefen Steinbrüchen als ein weicher Baustein gewonnen wird, dessen Schichten stellenweise durch dünne Zwischenlagen eines harten Kalksteins getrennt werden. Anderwärts erreicht diese Etage nur eine Mächtigkeit von höchstens 20 Fuss.

Dieser weisse Crag ist nach Forbes in einem mässig tiefen Meere, jedoch schon in einiger Entfernung von der Küste gebildet worden. Unter den Bryozoën stellt besonders *Fascicularia aurantium* eine grössere und ganz eigenthümliche Form dar; *Lingula Dumortieri Nyst* liefert ein interessantes Beispiel von einer Gattung, deren Arten jetzt nur in südlichen Meeren leben; so auch *Pyrula reticulata*, und die Gattungen *Columbella, Terebra, Cassidaria* und *Pholadomya*, wogegen die Gattungen *Astarte* (mit 14 Species), *Glycimeris* und *Cyprina* auf ein minder warmes Klima verweisen. Unter 317 marinen Conchylien des weissen Crag finden sich 165, oder 52 Procent, noch jetzt lebende Species; 103 kommen auch im rothen Crag vor, während 188 ihm eigenthümlich angehören.

b. Rother Crag. Diese zweite Etage besteht aus eisenschüssigem, daher rothbraunem oder gelbem Quarzsand mit Conchylien, welche oft abgerollt oder zerbrochen sind. Sie gewinnt eine grössere Verbreitung als der weisse Crag, und ihre Mächtigkeit steigt bisweilen über 40 Fuss. Bei Ipswich, wo beide Etagen unmittelbar über einander liegen, sieht man deutlich, wie der weisse Crag schon einer bedeutenden Zerstörung und Abtragung, sowie einer Durchbohrung von Pholaden unterworfen gewesen ist, bevor der rothe Crag abgelagert wurde; daher sind auch nicht wenige Fossilien des ersteren in die Schichten des letzteren mit eingeschwemmt worden. An anderen Orten liegt der rothe Crag unmittelbar auf dem Londonthone, und dann enthält er an seiner Basis viele Fossilien, welche aus diesem Thone stammen. So sind nach Wood bereits 57 Species des Londonthons, und an 50 Species des weissen Crag als eingespülte Fremdlinge im rothen Crag erkannt worden.

Wie schon der oft abgerollte Zustand der Conchylien einen seichteren Meeresgrund als die Bildungsstätte des rothen Crag erkennen lässt, so bestätigt dies auch die von Wood nachgewiesene sehr häufige discordante Parallelstructur oder diagonale Lamination seiner unteren Schichten, welche daher Wood als *beach-stages* von der obersten, bis 20 Fuss mächtigen und über jenen horizontal ausgebreiteten Etage unterscheidet; namentlich zeigt eine dieser unteren Schichten in ihrer ganzen Ausdehnung eine unter 25 bis 35° gegen den Horizont geneigte Lamination. Ueberall wo die oberste Etage durch übergreifende Lagerung unmittelbar dem Londonthone aufliegt, wird sie an ihrer Basis von einer Grundschicht getragen, welche sehr reich an Knollen von Kalkphosphat ist, die

*) Der Name coralliner Crag beruhte auf der früheren Deutung der Bryozoën als Korallen; wahre Korallen sind jedoch in diesem Crag sehr selten, während die Bryozoën recht zahlreich vorkommen.

vielorts für agronomische Zwecke gewonnen werden; wo aber dieselbe Etage den tieferen Schichten des Crag aufgelagert ist, da keilt sich diese Grundschicht sehr bald aus *).

Was die organischen Einschlüsse des rothen Crag betrifft, so sind viele derselben unzweifelhaft aus dem weissen Crag und dem Londonthone eingeschwemmte Fremdlinge. Unter den wirklichen, während seiner Bildungsperiode lebend gewesenen Fossilien aber finden sich nicht wenige, die ihm eigenthümlich sind, wie z. B. *Fusus antiquus Sow., Fusus contrarius, Purpura tetragona, Nassa granulata, Cypraea europaea,* während viele andere aus der Periode des weissen Crag heraufreichen. Ueberhaupt aber kennt man 219 marine Conchylien, von denen 132 (oder 60 Procent) noch gegenwärtig leben, 103 auch im weissen Crag vorkommen, und 43 ihm eigenthümlich angehören. Auch fanden sich Ueberreste von *Rhinoceros Schleiermacheri, Elephas meridionalis, Mastodon arvernensis, Tapirus priscus, Balaena* und mehren anderen Säugethieren, sowie Zähne von *Carcharodon,* und andere Reliquien von Fischen.

2. Crag von Norwich. Wesentlich verschieden ist der Crag von Norwich in Norfolk, eine noch neuere, fluviomarine Bildung, welche besonders an beiden Ufern der Yare, sowie an der Meeresküste von Weybourne bis Cromer unmittelbar über der Kreide abgelagert ist, und aus Schichten von Sand, Letten und Geröll besteht, in denen marine und limnische Conchylien durch einander vorkommen. Darunter befinden sich viele noch jetzt in den britischen Meeren lebende Species, wie z. B. *Fusus striatus, F. antiquus, Turritella communis, Cardium edule, Cyprina islandica* und *Natica helicoides,* aber auch einige ausgestorbene Species, wie *Nucula Cobboldiae* und *Tellina obliqua.*

Ueberhaupt sind nach Woodward in dieser Bildung 110 marine Conchylien bekannt, unter denen sich 98 (oder 89 Procent) noch jetzt lebende Species befinden, während die mit ihnen vorkommenden Süsswasser-Conchylien insgesammt noch lebenden Species angehören. Von Säugethieren kennt man Ueberreste von *Mastodon arvernensis, Elephas meridionalis* u. a.

Vielleicht etwas jünger als der Crag von Norwich sind die bei Chillesford, unweit Woodbridge in Suffolk, über dem rothen Crag liegenden Thonschichten, welche unter 23 Conchylien nur 2 ausgestorbene Species, nämlich *Nucula Cobboldiae* und *Tellina obliqua* enthalten, während sich unter den übrigen viele hochnordische Species befinden, wie *Cardium groenlandicum, Lucina borealis, Cyprina islandica, Panopaea norvegica,* was darauf hinzudeuten scheint, dass die Glacialperiode schon gegen das Ende der pliocänen Periode eingetreten sei.

Auch bei Bridlington, unweit Flamborough-Head an der Küste von Yorkshire, findet sich eine aus Sand, Thon und Geröllen bestehende Ablagerung, in welcher 64 Species von Conchylien bekannt sind, darunter 4 ausgestorbene, während von den übrigen nicht weniger als 30 einen arctischen Charakter besitzen; was abermals beweisen dürfte, dass sich zur Zeit der Bildung dieser Schichten die klimatischen Bedingungen der Glacialperiode bereits geltend machten **).

---

*) Wood, in *The Ann. and Mag. of nat. hist.* [3], *vol.* 13, 1864, *p.* 185 ff.

**) Lyell, *Elements of Geology,* 6. *ed.* 1865, *p.* 198 ff.

Viertes Kapitel.

Tertiärformationen in Belgien.

§. 451. *Allgemeine Uebersicht nach Dumont.*

Gleichwie Paris und London, so liegt auch Brüssel im Gebiete eines grossen, von Tertiärbildungen erfüllten Landstrichs, welcher nach Südwesten mit den gleichalterigen Bildungen von französisch Flandern in unmittelbarem Zusammenhange steht, nach Westen aber, ebenso wie diese letztern, durch den Canal von den englischen Tertiärbildungen getrennt wird. Gegen Südosten verbreitet sich dieses tertiäre Gebiet bis nahe an die Thäler der Sambre und der Maas, an welcher letzteren es bei Maestricht mit den Tertiärbildungen Rheinpreussens in Verbindung tritt, während es nach Norden unter den Sandablagerungen der Campine nach Holland hinein fortsetzt.

Das ganze Gebiet bildet ein niedriges, flaches und wenig undulirtes Land, in welchem nur hier und da einzelne Hügelzüge aufragen. Die Gesteine sind vorwaltend Sand und Thon; Sandsteine erscheinen nur untergeordnet, und Kalksteine finden sich noch seltener, so dass sich in petrographischer Hinsicht eine weit grössere Aehnlichkeit mit der englischen, als mit der nordfranzösischen Tertiärformation zu erkennen giebt. Desungeachtet ist es wohl nicht zu bezweifeln, dass alle diese Formationen in einem und demselben Meere abgesetzt worden sind, und dass die petrographischen Verschiedenheiten nur durch die Verschiedenheiten des zugeschwemmten Materials und der Niveau-Schwankungen des Meeresgrundes verursacht worden sein mögen, aus welchen letzteren auch die mehrfach auftretenden Süsswasserbildungen zu erklären sind.

Die Tertiärformationen Belgiens lassen eine sehr vollständige Reihenfolge von Bildungen erkennen, deren petrographische und bathrologische Verhältnisse von Dumont genau erforscht worden sind, während ihre paläontologischen Charaktere besonders durch Nyst, Lehon, de Koninck und Bosquet, sowie durch Hébert, Lyell und Prestwich festgestellt wurden*). Dumont bezeichnete die einzelnen Etagen als Systeme von zusammengehörigen Schichten, und unterschied demgemäss von unten nach oben folgende zwölf Systeme, denen wir ihre französischen und englischen Aequivalente beigefügt und die allgemeinen Eintheilungstitel übergesetzt haben.

in Belgien	in Frankreich	in England
A. Eocäne Bildungen.		
1. *Système landénien inférieur.*	= Thanetsand d. Nordküste, Sand und Kalkstein von Rilly.	= *Thanetsand.*
2. *S. landénien supérieur.*	= *sables inférieurs, argile plastique et lignite.*	= *Woolwich* und *Reading-Series.*

*) Hebert, *Bull. de la soc. géol.* [2], *vol.* 6, *p.* 459 ff.; Lyell, *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 8, 1852, *p.* 278 ff.; Prestwich, *ibidem*, *vol.* 11, 1855, *p.* 206 ff. und *vol.* 13, 1857, *p.* 90 ff.

in Belgien	in Frankreich	in England
3. *S. yprésien inférieur.*	= Londonthon d. Nordküste.	= *London-Clay.*
4. *S. yprésien supérieur.*	= *lits coquilliers.*	= *Bagshot-Sand.*
5. *S. bruxellien.*	= *calcaire grossier.*	= *Bracklesham-Sand.*
6. *S. laekénien.*	= *sables moyens.*	= *Barton-Clay.*
B. Oligocäne Bildungen.		
7. *S. tongrien inférieur.*	= *calc. lacustre moyen.*	= *Headon-, Osborne-* und *Bembridge-Series.*
8. *S. tongrien supérieur.*	= *sables supérieurs.*	= *Hempstead-Series.*
9. *S. rupélien.*	= *calc. lacustre supérieur.*	= Lignit von Bovey.
C. Miocäne Bildungen.		
10. *S. boldérien.*	= *Faluns de Touraine.*	?
11. *S. diestien.*	= *Faluns de Salles.*	= Sand der North-Downs.
D. Pliocäne Bildungen.		
12. *S. scaldisien.*	= Crag der Normandie.	= Crag von Suffolk und Norwich.

Lyell gruppirte im Jahre 1852 die 9 ersteren Systeme dergestalt, dass System 1 bis 3 die untere, System 4 bis 6 die mittlere, und System 7 bis 9 die obere Eocänformation repräsentiren. Im Jahre 1857 hat er jedoch diese Gruppirung dahin abgeändert, dass er das System 6 als obereocän, und die Systeme 7 bis 9 als untermiocän aufführt.

Früher stellte Dumont unter dem *Système landénien inférieur* noch ein *Système heersien**) als tiefste Etage auf. Die Zugehörigkeit dieses Systems zu den Tertiärformationen ist jedoch sehr zweifelhaft, weshalb auch Dumont in seinen zuletzt, in den Jahren 1851 und 1852, gegebenen Tabellen diese Etage gar nicht mehr als ein tertiäres System mit aufführte. Dennoch giebt Hébert die *Pholadomya cuneata*, also eine entschieden tertiäre Form, aus dem glaukonitischen Sande von Heers mit an.

Nach dieser allgemeinen Uebersicht der belgischen Tertiärgebilde verschreiten wir zur besonderen Betrachtung der einzelnen Formationen, wobei wir uns in der Hauptsache an die Darstellungen halten werden, welche Lyell in seiner classischen Abhandlung über die Tertiärbildungen von Belgien und französisch Flandern veröffentlicht hat.

§. 452. *Eocäne Bildungen in Belgien.*

Zu den eocänen Bildungen Belgiens gehören alle diejenigen Schichtensysteme, welche Dumont vom *Système landénien inférieur* bis zu dem *Système laekénien* aufgeführt hat.

1. *S. landénien inférieur.* Dieses, nach der südöstlich von Tirlemont liegenden Eisenbahnstation Landen benannte System beginnt gewöhnlich mit Schichten eines sandigen Glaukonites, welcher bisweilen fest und dünnschichtig, oder auch weich und kalkig ist. Darunter liegt noch bei Tournay ein grauer

*) Nach dem nördlich von Waremme gelegenen Dorfe Heers benannt.

thoniger Mergel mit *Terebratula striatula* und *Ostrea lateralis*, bei Folx-les-Caves (südlich von Tirlemont) eine Schicht von Flintgeröllen. Von dort aus nach Nordosten folgt, als ein höheres Glied, 20 bis 25 Fuss mächtig der sogenannte *tuffeau*, ein weisser, thoniger, zum Theil thonsteinähnlicher, etwas glaukonitischer, weicher und leichter Kalkstein, welcher als Baustein sehr geschätzt und daher bei Lincent, Pellaines, Orp-le-Grand, Jauche und anderen Orten vielfach gebrochen, auch zu Quadern, Säulen u. s. w. gehauen wird*).

Glaukonitsand nach unten und Tüffeaukalkstein nach oben scheinen sonach das hauptsächliche Material dieses Systems zu liefern, welches, wie nach seiner Lagerung, so auch nach seinen organischen Ueberresten der Kreideformation sehr nahe steht, und vielleicht als ein Aequivalent des Thanetsandes zu betrachten ist, der sich nach Prestwich von Calais durch französisch Flandern bis in die Gegend von Tournay und Mons verfolgen lässt, wo er *Cyprina Morrisii, Cucullaea crassatina, Pholadomya cuneata* enthält, und dann weiter nach Osten, in den südlich und südöstlich von Tirlemont gelegenen Gegenden, abermals auftritt.

In dem Glaukonitsande finden sich nach Lyell bei Tournay *Terebratula striatula, Ostrea lateralis, Pholadomya Koninckii,* eine sehr grosse *Pleurotomaria,* sowie Steinkerne von *Cucullaea, Pinna, Turritella, Fusus* und *Natica*, bei Angres (südwestlich von Mons) kommen der *Cucullaea decussata, Panopaea intermedia* und *Pholadomya cuneata* sehr ähnliche Formen nebst einigen anderen Conchylien vor; bei Folx-les-Caves *Astarte inaequilateralis,* Steinkerne mehrer anderen Bivalven und ein grosses *Dentalium.* Der Tüffeaukalkstein enthält viele gekrümmte, röhrenförmige Cavitäten (*Vermiculites Nyst*), ferner *Astarte inaequilateralis, Pholadomya Koninckii*, eine grosse *Scalaria* (*Sc. Dumontiana Nyst*), Kerne von *Cucullaea crassatina, Leda Lyelliana, Cytherea obliqua,* von *Arca, Nucula, Turritella, Natica,* einen Hemiaster und Cardiaster, Lamnazähne.

Wahrscheinlich sind diesem Systeme auch diejenigen Schichten beizurechnen, welche bei Carvin, südwestlich von Lille, über der Kreide liegen, nach unten aus glaukonitischem sandigen Schieferthone, dann aus Töpferthon, und zuletzt aus einem sandigen Thone mit Concretionen bestehen, die mit Fossilien, namentlich mit *Cyprina Morrisii* und mit Steinkernen von *Arca*, *Corbula* und *Turritella* erfüllt sind.

2. *S. landénien supérieur.* Dieses System ist das Aequivalent der Woolwich- und Reading-Gruppe in England, des plastischen Thones und Lignites in Frankreich. Dasselbe besteht wesentlich aus Sand, Thon und Braunkohlen, und erreicht stellenweise eine Mächtigkeit von 100 Fuss.

Nach unten ist in der Gegend von Jauche, südwestlich von Landen, eine 40 Fuss mächtige Wechsellagerung von gelbem und weissem Sande zu beobachten, in welchem ein Braunkohlenflötz liegt; dieselben Schichten enthalten bei Marilles, nördlich von Jauche, ein Lager von Flintgeröllen; auch stehen sie 35 Fuss mächtig bei Landen an, wo gleichfalls Lignitlager bekannt sind. Höher aufwärts bei Huppaye, westlich von den genannten beiden Orten, folgt schneeweisser Sand mit oft sehr dicken Schichten eines harten kieseligen Sandsteins,

*) Es ist völlig dasselbe Gestein, welches bereits oben S. 84 aus der Gegend von Laon in Frankreich erwähnt wurde.

welcher als Pflasterstein benutzt wird, und bei Tirlemont verkieseltes Holz enthält. Auch westlich von Mons werden grosse Steinbrüche in einem weiss, gelb oder braun gefärbten Sandsteine betrieben, welcher oft ganz allmälig in losen Sand übergeht, und wohl derselben Etage angehört. An anderen Orten sind Thone und Schieferthone sehr vorwaltend, welche Blätter dicotyledoner Pflanzen und Braunkohlenlager enthalten, wie sich denn nach Dumont vielorts mehrfache Wiederholungen von Thon und Lignit vorfinden.

Die organischen Ueberreste dieses Systemes sind noch wenig bekannt, und dürften wohl, ausser den Kohlen und andern Pflanzenresten, nur noch in limnischen oder brackischen Conchylien bestehen.

3. *S. yprésien inférieur.* Den Namen für dieses System entlehnte Dumont von der Stadt Ypres, im westlichen Belgien, wo dasselbe, eben so wie in den angränzenden Theilen von französisch Flandern bei Dünkirchen, Cassel und Lille, am besten bekannt ist, obwohl es auch nach Osten bis über Brüssel fortsetzt. Dasselbe erscheint als eine sehr mächtige Ablagerung eines gewöhnlich gelblichbraunen, oft blaulich gefleckten oder gestreiften Thones, welcher nach oben mehr sandig wird, und in seiner petrographischen Beschaffenheit, sowie in seiner bathrologischen Stellung so vollkommen mit dem englischen Londonthone übereinstimmt, dass er wohl mit allem Rechte als eine Fortsetzung desselben betrachtet wird. Am Fusse des Berges von Cassel ist dieser Thon durch ein Bohrloch über 100 Meter mächtig erkannt worden. Fossilien sind in ihm sehr selten, und bis jetzt noch nicht näher bestimmt.

4. *S. yprésien supérieur*, oder auch *S. paniselien*, welcher letztere Name sich auf das Vorkommen am Berge Panisel, dicht südlich bei Mons, bezieht. Diese Etage ist durch das erste Auftreten von Nummuliten (und zwar von *Nummulites planulata*) ausgezeichnet, welche bei Tournay sehr häufig vorkommen. Deshalb wurde sie von Lyell als *lower Nummulitic* eingeführt, indem er überhaupt die drei Systeme, nämlich das *S. yprésien supérieur*, das *S. bruxellien* und das *S. laekénien*, als mittlere oder nummulitenführende Eocänformation zusammenfasste, und als *lower*, *middle* und *upper Nummulitic* unterschied. Südlich bei Brüssel kann man, von Forêt nach Norden, gegen Saint-Gilles hin alle diese drei nummulitenführenden Etagen überschreiten; bei Forêt selbst treten innerhalb eines glaukonitischen Sandes Steinbänke auf, welche mit *Nummulites planulata* erfüllt sind, und stark nach Norden einfallen; weiterhin erreicht man die Etage mit *Nummulites laevigata*, und noch weiter die Etage mit *Nummulites variolaria.* Durch seine bathrologische Stellung, wie durch seine Fossilien ist das *Système paniselien* als das Aequivalent der *lits coquilliers* und des unteren Bagshot-Sandes charakterisirt.

Am Berge Panisel bei Mons sieht man Schichten von Thon, von grünem und gelbem Sande und hartem Sandsteine, in welchen *Nummulites planulata* und *Pinna margaritacea* zahlreich vorkommen. Dieselben Schichten, zugleich mit förmlichen Bänken von Nummuliten-Kalkstein, treten auch bei Renaix, südlich von Audenaarde, zu Tage aus, und wiederholen sich bei Audenaarde, sowie südlich von Courtray und Gent. Nirgends aber ist der Nummuliten-Kalkstein besser zu beobachten, als bei Mons-en-Pevelle, südlich von Lille in französisch Flandern, wo in einer fast

100 Fuss mächtigen Ablagerung von sandigen und thonigen Schichten sehr viele, bis 8 Zoll starke Bänke dieses Kalksteins eingeschaltet sind, welcher zum Theil als Baustein benutzt wird. Unter diesem Schichtensysteme ist der Londonthon an 150 Fuss, und noch tiefer der plastische Thon nebst Sand fast 100 Fuss mächtig vorhanden.

5. *S. bruxellien.* Dieses besonders in der Umgebung von Brüssel, aber auch bei Cassel und anderwärts sehr deutlich entwickelte Schichtensystem besteht ganz vorwaltend aus Sand und Sandstein, welcher letztere gewöhnlich nur unregelmässige, mehr oder weniger feste Concretionen innerhalb des Sandes bildet, was auch mit dem bisweilen vorkommenden Kalksteine meistentheils der Fall ist. An manchen Orten, wie bei Aeltre, Cassel und Bailleul, bestehen ganze Schichten fast nur aus theils unversehrten, theils zerbrochenen Conchylien mit sandigem Bindemittel. Bei Groenendal, südlich von Brüssel, ist der Sand so reichlich mit Eisenoxydhydrat imprägnirt, dass das Brauneisenerz bergmännisch gewonnen wird.

In seinen oberen Schichten ist das System sehr reich an organischen Ueberresten, durch welche es als das vollkommene Aequivalent des Grobkalkes und des Bracklesham-Sandes charakterisirt wird; denn von 113 Molluskenspecies finden sich nach Prestwich 73 auch im Grobkalke, und 49 im Sande von Bracklesham, welche Verhältnisse in keiner anderen Abtheilung der französischen und englischen Tertiärformationen erreicht werden*). Die ganze Ablagerung erreicht eine Mächtigkeit von 50 bis 100 Fuss.

Lyell unterscheidet unteren, mittleren und oberen Brüsseler Sand.

Der untere Sand, welcher vorzüglich an der Gränze von Brabant und Hennegau, aber auch bei Brüssel entblöst ist, bildet bei Schaerbeek, nordöstlich von Brüssel, eine 30 bis 40 Fuss mächtige Etage von Sand, welchem mindestens 20 Lagen von grossen, sehr ungestalteten kieseligen Sandstein-Nieren eingeschaltet sind, die wegen ihrer seltsamen und grottesken Formen *pierres de grottes,* wegen ihres glänzenden Bruches *grès lustré* genannt werden; auch kommen oft cylindrische und röhrenförmige Concretionen vor, deren Gestalt an Aeste und Zweige erinnert, und den Namen *grès fistuleux* veranlasst hat. Alle diese Sandstein-Concretionen enthalten nicht selten Fischzähne und Schalen von *Ostrea flabellula* und *O. virgata*.

Ueber dieser Etage folgt der mittlere Sand, welcher weiss, lichtgrau oder gelblich, dabei sehr kalkreich ist, auch flache Concretionen eines unreinen Kalksteins enthält, der bei Brüssel und Dieghem als Kalk gebrannt wird; ausserdem erscheinen auch Sandstein-Nieren, welche wie gewöhnlich lagenweise geordnet sind, und an ihrer Oberfläche allmälig in den losen Sand übergehen. Bei Dieghem, sowie nach Le-Hon bei Schaerbeek liegen an der oberen Gränze dieses Sandes 3 bis 4 Hornsteinlagen, welche von einer schieferigen, mit Kieselpanzern von Diatomeen und mit Steinkernen von Foraminiferen erfüllten Schicht begleitet werden. Diese bei Brüssel etwa 10 Fuss mächtige Etage enthält eine grosse Menge von Fossilien, wie z. B.

---

*) Le-Hon ist jedoch der Ansicht, dass in Belgien weder der eigentliche Grobkalk, noch der Sand von Beauchamp vertreten sei; vielmehr glaubt er das *S. bruxellien* einem Theile der *sables inférieurs*, und das *S. laekénien* dem untersten Grobkalke vergleichen zu müssen. *Bull. de la soc. géol.* [2], *vol.* 19, 1862, *p.* 804 ff. Dagegen erklärt sich Hébert, welcher alle beide der genannten Systeme als Aequivalente des Grobkalkes betrachtet; *ibidem, p.* 833. Von 105 Conchylien, welche Le-Hon aus dem *S. bruxellien* aufführt, kommen nach Hébert die meisten auch im Grobkalke vor.

Turbinolia crispa Lam.
Corbula gallica Lam.
. . . . . umbonella Desh.
Lucina sulcata Lam.
. . . . divaricata Lam.
Cytherea suberycinoides Desh.
. . . . . semisulcata Lam.
. . . . . laevigata Lam.
Cardium porulosum Lam.
Cardita planicosta Desh.
. . . . . decussata Münst.
Arca barbatula Lam.
Tellina tenuistriata Desh.
Anomia laevigata Sow.
Ostrea flabellula Lam.
Calyptraea trochiformis Lam.
Solarium trochiforme Desh.
Turritella terebellata Lam.
Natica epiglottina Lam.
. . . . patula Desh.
Sigaretus canaliculatus Sow.
Fusus ficulneus Lam.
. . . . bulbiformis Lam.
Rostellaria fissurella Lam.
Cassidaria carinata Lam.
Buccinum stromboides Lam.
Voluta cithara Lam.
Conus deperditus Brug.

Der obere Sand beginnt bei Brüssel mit einer zwei Fuss dicken Schicht, welche sehr reich an *Nummulites laevigata* und *N. scabra*, sowie an Fischzähnen (*Lamna elegans, Otodus obliquus* u. a.) ist, und daher den zweiten Nummuliten-horizont liefert. Darüber liegt grünlicher Sand mit grossen, flachen, mehr oder weniger kalkigen Sandstein-Nieren. In diesem etwa 20 Fuss mächtigen Sande kommen in der nächsten Umgebung von Brüssel sehr viele organische Ueberreste vor; so unter anderen nach Lyell:

Orbitolites complanatus Lam.
Lunulites radiatus Lam.
Idmonea triquetra Lamour.
Spatangus Omalii Gal.
Echinolampas affinis Goldf.
Echinocyamus propinquus Gal.
Terebratula Kickxii Gal.
Crania Höninghausi Mich.
Anomia laevigata Sow.
Cardita planicosta Lam.
Ostrea flabellula Lam.
. . . . virgata Goldf.
. . . . cariosa Desh
. . . . cymbula Lam.
. . . . inflata Desh.
Pecten plebejus Lam.
. . . . solea Desh.
Dentalium Deshayesianum Gal.
Rostellaria ampla Brand.

Bei Cassel wiederholen sich im Allgemeinen ähnliche Verhältnisse; von unten nach oben erst weisser Sand und Sandstein, dann glaukonitische z. Th. kalkige Sande und Sandsteine, endlich grüner Mergel, grüner Sandstein, darin, ausser vielen Conchylien, in mehrfacher Wiederholung *Nummulites laevigata* und *scabra*. Wegen des Details verweisen wir auf die lehrreiche Darstellung Lyell's im *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 8, *p.* 323 bis 331.

6. *S. laekénien.* Bei Laeken, nördlich von Brüssel, sowie bei Dileghem erscheinen über dem Sande des *S. bruxellien* andere, grünliche und gelbliche Sandschichten, welche zum Theil Sandstein-Nieren umschliessen, und dem oberen Theile von Dumont's *S. laekénien* angehören; tiefere Schichten finden sich schon südlich von Brüssel, zwischen Saint-Gilles und Forêt. Das ganze Schichtensystem ist vielleicht nur 40 Fuss mächtig, aber ausgezeichnet durch seine organischen Ueberreste, unter denen namentlich *Nummulites variolaria* hervorzuheben ist, so dass hier der dritte Nummuliten-Horizont vorliegt. Seiner Lagerung und seinen Fossilien zufolge entspricht dieses System den *sables moyens* Frankreichs und dem Bartonthone Englands. Le-Hon bemerkt, dass die Oberfläche des *S. bruxellien* vor der Ablagerung des *S. laekénien* sehr bedeutenden Erosionen und Abtragungen unterworfen gewesen ist, was auf eine lange Pause zwischen der Bildung beider Systeme schliessen lasse.

Nach Prestwich finden sich von 95 Fossilien des *S. laekénien* auch 31 im Bartonthone und 32 in den *sables moyens;* zwar sind die absoluten Zahlen derjenigen Species, welche auch im Grobkalke und im Brackleshamsande vorkommen, etwas grösser, nämlich 45 und 36; weil jedoch diese letztere Fauna viel reichhaltiger ist, als die Fauna des Bartonthones und der *sables moyens*, so stellt sich eine grössere Quote von gemeinschaftlichen Species mit diesen letzteren heraus, wodurch denn die Parallelisirung des *S. laekénien* mit dem Bartonthone und den *sables moyens* gerechtfertigt wird.

Als besonders charakteristische Formen nennt Prestwich die folgenden:

Ostrea gigantea Brand.	*Lucina ambigua Defr.*
Avicula fragilis Defr.	. . . . *saxorum Lam.*
Cobula pisum Sow.	*Venerupis striatula Desh.*
. . . . *ficus Brand.*	*Bulla contsricta Sow.*
Crassatella plicata Sow.	. . . *Sowerbyi Nyst*
Cypricardia pectinifera Sow.	*Turritella brevis Sow.*
Cardium turgidum Brand.	

Dagegen erklärt Hébert das *S. laekénien* für das Aequivalent derjenigen Abtheilung des Grobkalkes, welche über den Schichten mit *Cerithium giganteum* liegt; Le-Hon aber bemerkt, dass das System unter 160 Fossilien aller Art 128 enthalte, welche im *S. bruxellien* nicht vorhanden sind. Cerithien fehlen eben so in ihm, wie in dem Brüsseler Systeme.

§. 453. *Oligocäne und noch jüngere Tertiärbildungen in Belgien.*

Die im vorhergehenden Paragraph betrachteten Systeme der belgischen Tertiärformation begreifen die eigentlich eocänen Bildungen; die drei nächst folgenden Systeme dagegen repräsentiren die oligocänen Bildungen, welche von Lyell erst neuerdings als untermiocäne bezeichnet, und für Belgien insbesondere schon früher unter dem Namen der Limburger Schichten zusammengefasst wurden *).

A. Oligocäne Bildungen.

7. *S. tongrien inférieur.* Dieses, von Dumont nach der Gegend von Tongern benannte System besteht vorwaltend aus feinem, thonigem und glaukonitischem Sande, wie er unweit Tongern bei Grimmitingen, Vliermael, Bergh, Lethen und anderen Orten zu beobachten ist. Aus dieser, über 20 Fuss mächtigen Etage sind bereits über 100 Arten von Fossilien bekannt, welche, wegen ihrer auffallenden Verschiedenheit von denen der vorausgehenden Etagen, diesem Systeme eine grosse Bedeutung verleihen.

Nach Bosquet sind als besonders charakteristische Species durch die ganze Etage vertheilt:

Ostrea ventilabrum Goldf.	*Corbula pisum Sow.* und
. . . . *cochlear Poli*	*Dentalium acutum Héb.*
Arca sulcicostata Nyst	

ausserdem sind noch sehr bezeichnend in den unteren Schichten:

Ostrea cariosa Desh.	*Cardita latisulcata Nyst*
Ianira incurvata Bosq.	*Isocardia transversa Nyst*
Pecten reconditus Brand.	*Crassatella intermedia Nyst* und
Mytilus Nystii Kickx	*Voluta suturalis Nyst*

*) *Elements of Geol. 6. ed. p. 235* und *Quart. Journ. of the geol. soc. vol. 8, p. 298 ff.*

in den oberen Schichten:

Pectunculus lunulatus Nyst	*Turritella crenulata Nyst.*
Lucina gracilis Nyst und	

8. *S. tongrien supérieur.* Dieses System beginnt bei Klein-Spauwen (westlich von Maestricht) mit grünlichen Mergeln von 36 Fuss Mächtigkeit; darüber folgen 6 Fuss gelblicher Sand, und endlich 14 Fuss weisser Sand, in welchem ein paar sehr muschelreiche Schichten liegen. Dieselbe Sandablagerung ist auch bei Bergh, nördlich von Klein-Spauwen, sehr gut entblöst. Durch ihre organischen Ueberreste werden alle diese Schichten als fluviomarine oder brackische Bildungen charakterisirt, während die Species grossentheils identisch mit solchen sind, wie sie bei Paris in dem über dem Gypse liegenden Meeressande vorkommen*).

In den grünen Mergeln finden sich z. B.

Corbula pisum	*Cyrena semistriata*
. . . . . *complanata*	*Lucina Thierensii*
Corbulomya triangula	*Venus incrassatoides*
Tellina Hebertiana	*Natica glaucinoides.*

In der Sandablagerung liegen zuvörderst zwei, durch weissen fossilfreien Sand getrennte Schichten, in denen besonders häufig

Corbulomya triangula Nyst	*Paludina Draparnaudii Nyst*
Cyrena semistriata Desh.	*Rissoa Chastelii Bosq.*
Lucina Thierensii Heb.	*Rissoina Nystii Bosq.*
Venus Kickxii Nyst	*Cerithium plicatum Lam.*
Limopsis Goldfussii Bosq.	. . . . . . *elegans Desh.*

vorkommen, welche zum Theil auch in dem gelben Sande gefunden werden. Höher aufwärts folgt eine Schicht, welche ausserordentlich reich an *Pectunculus terebratularis Lam.* ist, zu welcher Muschel sich noch *Pectunculus pulvinatus* (?), *Pecten Höninghausii, Astarte Henckelusiana, Venus laevigata, Limopsis Goldfussii* und *Dentalium acutum* als häufige Begleiter gesellen.

9. *S. rupélien.* Den Namen dieses, wesentlich aus einer bis 100 Fuss mächtigen Thonablagerung bestehenden Systems entlehnte Dumont von der Rupel, einem Zuflusse der Schelde, an dessen Einmündung bei Rupelmonde, Boom und Baesele der Thon vorzüglich gut entblöst und durch grossartige Ziegeleien aufgeschlossen ist. Es ist ein dunkelgrauer bis schwärzlicher, bisweilen schieferiger Thon, welcher nur wenig Kalkerde enthält, wohl aber viele grosse, rundliche oder abgeplattete Nieren oder Septarien eines grauen thonigen Kalksteins umschliesst, deren lagenweise Vertheilung die horizontale Lage der Schichten erkennen lässt. Er ist vollkommen identisch mit dem Septarienthone Teutschlands, obwohl man ihn anfangs, seiner petrographischen Aehnlichkeit wegen, mit dem Londonthone verglichen hatte.

Lyell giebt unter anderen folgende Notizen über dieses System. Zwei geographische Meilen von Antwerpen aufwärts an der Schelde, bei dem Dorfe Rupelmonde, ist am linken Ufer eine 80 bis 90 Fuss mächtige Thonablagerung entblöst, welche vom gelben Sande des dortigen Crag bedeckt wird. Dieser

*) Hébert, im *Bull. de la soc. géol.* [2], *vol.* 6, 1849, *p.* 459 ff.

dunkelfarbige Thon enthält Septarien von thonigem Kalktsein, wird nach oben schieferig, und führt viele Fossilien. Am rechten Ufer der Schelde bei Schelle ist derselbe Thon 50 bis 60 Fuss mächtig zu beobachten; so auch weiter aufwärts bei Boom, wo er 30 Fuss hoch über weissem Sande und unter dem gelben Sande des Crag ansteht; hier zerfällt er in zwei Lager, welche durch sehr grosse Septarien von einander getrennt sind; das untere ist ein reiner, zäher Thon mit Pyritknollen, das obere ist ein mehr sandiger Thon.

Als besonders häufige Fossilien sind *Leda Deshayesiana, Corbula pisum, Fusus multisulcatus* und *Pleurotoma Selysii* zu erwähnen; überhaupt aber führt Lyell 43 Species von Conchylien auf, darunter 7 Species von *Fusus*, eben so viele von *Pleurotoma*, auch Zähne von *Carcharodon heterodon, C. angustidens, Oxyrhina xiphodon, Otodus obliquus, Lamna elegans* und anderen Fischen.

Anm. Das *S. rupélien* entspricht den mitteloligocänen Bildungen Teutschlands, und Schichten von oberoligocänen Charakter waren bisher in Belgien nicht bekannt. Diese Lücke scheint neuerdings durch die Beobachtungen v. Koenen's ausgefüllt worden zu sein, welcher bei Elsloo an der Maas, $2\frac{1}{2}$ Meilen nördlich von Maestricht, grünlichgrauen Thon und Sand, darüber grünlichschwarzen Sand mit Flintgeröllen, Fischzähnen und Concretionen entdeckte, welche letztere *Discina Suessii Bosq., Cardium cingulatum Goldf., Cytherea suberycinoides, Corbula subpisum, Pecten Münsteri, Aporrhais speciosa* und andere oberoligocäne Fossilien enthalten. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 15, S. 653.

B. Miocäne Bildungen in Belgien.

Zu den miocänen Bildungen Belgiens wurde bisher, nach Abtrennung der oligocänen Schichten, nur die von Dumont unter dem Namen des *Système boldérien* aufgeführte Ablagerung gerechnet; neuerdings scheint man sich jedoch dahin zu neigen, auch das *S. diestien* als miocän zu betrachten*), von welchem Lyell schon früher erklärte, dass es möglicherweise mit dem Sande vom Bolderberg zu vereinigen sein dürfte.

10. *S. boldérien.* Nordwestlich von Hasselt ragt ein schmaler Landrücken etwa 50 Fuss über die Ebene auf, welcher den Namen Bolderberg führt. Sein Gipfel besteht aus Sand des folgenden Systems; darunter liegen Sand- und Geröllschichten, deren Fossilien von denen der vorhergehenden Systeme ganz verschieden sind. Man sieht von unten nach oben erst grüne, weisse und gelbe Sandschichten, denen eine 6 Zoll starke weisse Sand- und Geröllschicht mit Conchylien, zumal mit vielen grossen Austern, folgt; darüber liegen 20 Fuss mächtig theils eisenschüssige, theils reine Sandschichten, dann eine sechszöllige Geröllschicht mit verschiedenen meist zerbrochenen Conchylien und endlich ein paar Schichten von braunem und von grünem glaukonitischem Sande.

Die Selbständigkeit dieses Systems beruht also auf den paar muschelführenden Schichten, deren Conchylien und Korallen, obgleich oft sehr unvollkommen erhalten, dennoch eigenthümlich sind. Eine der häufigsten Formen ist *Oliva Dufresnei Bast.*; ausserdem finden sich von Conchylien

Corbula pisum Sow.	*Venus rugosa*
. . . . . *planulata Nyst*	*Isocardia harpa Goldf.*
Venus erycina Nyst	*Leda interrupta Bosq.*

*) Vergl. v. Koenen, in der Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 15, S. 461 und S. 654.

Ostrea ähnlich *Meadei Sow.* *Cancellaria evulsa Brand.*
Pectunculus pilosus Nyst *Ancillaria obsoleta Nyst.*
Natica ähnlich *patula Lam.* *Conus Brocchii Bronn*

und andere, sowie von Korallen *Flabellum avicula Nyst,* und *F. Edwardsianum Bosq.*, von Bryozoën *Lunulites rhomboidalis Goldf.*

Ueberhaupt aber stimmt das *S. boldérien* sowohl nach dem allgemeinen Charakter seiner Fauna, als auch nach der Quote von noch jetzt lebenden Species am meisten überein mit den Falüns der Touraine.

11. *S. diestien.* Dieses System ist von Dumont nach der Stadt Diest, nordöstlich von Löwen, benannt worden, wo es am mächtigsten auftritt, aber keine Fossilien enthält. Es besteht wesentlich aus dunkelbraunem eisenschüssigem Sande und Eisensandstein, sowie aus grünem Glaukonit, welche als *sable noir* und *sable vert* unterschieden werden; bisweilen finden sich auch schmale Thonlagen, Flintgerölle, und häufig Nieren von Brauneisenerz, welches letztere stellenweise zu grossen Cylindern und Röhren concentrirt ist, dergleichen z. B. am Mont Noir bei Cassel in grosser Menge vorkommen. Diese Sandbildung ist in Belgien und französisch Flandern sehr verbreitet.

Früher kannte man nur bei Kesseloo, östlich von Löwen, einige Fossilien, darunter *Terebratula grandis* und eine *Turbinolia*. Nach neueren Aufschlüssen in den Festungsgräben von Antwerpen kommen jedoch dort im *sable vert* auch Fischzähne und Cetaceenreste, im *sable noir* aber viele Conchylien vor, darunter besonders häufig *Pectunculus glycimeris*. Auch sind vor einigen Jahren bei Edeghem, anderthalb Stunden südlich von Antwerpen, Thongruben eröffnet worden, wo der Septarienthon von einem thonigen schwarzen Sande überlagert wird, welcher über 150 Species von Fossilien enthält, die von Nyst beschrieben worden sind, und theils einen miocänen, theils einen pliocänen Charakter besitzen, nach von Koenen aber es dennoch rechtfertigen, diesen *sable noir* noch als ein Glied der miocänen Formation zu betrachten. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 15, S. 461. Schon Nyst bemerkte, dass sich unter den 145 Conchylien von Edeghem nur 52 noch jetzt lebende Species befinden, und dass 85 derselben einen miocänen Charakter zeigen, wie denn schon das Vorkommen der Gattungen *Ancillaria*, *Oliva* und *Conus* auf ein höheres Alter zu verweisen scheint.

C. Pliocäne Bildungen in Belgien.

Die neuesten tertiären Gebilde werden in Belgien durch den Antwerpener Sand (*sàbles d'Anvers*) repräsentirt, welcher von Nyst bereits im Jahre 1843 als das vollständige Aequivalent des Crag von Suffolk erkannt worden war, weshalb er denn auch oft unter dem Namen Crag von Antwerpen aufgeführt wird. Dumont wählte dafür den Namen *Système scaldisien*, weil seine Schichten im Thale der Schelde (*Scaldis*) bei Antwerpen am deutlichsten aufgeschlossen sind.

12. *S. scaldisien.* Nyst unterscheidet in diesem Systeme fünf Etagen, von denen jedoch die tiefste der *sables noirs* wohl noch dem *S. diestien* angehören dürfte; darüber liegen zwei Etagen von grauem Sande (*sables gris*), dann eine Etage von thonigem Sande (*sables argileux*), und endlich eine von röthlichgelbem Sande (*sables jaunes*). Schon früher hatte De-Wael die drei Etagen des *crag noir*, *crag gris* und *crag jaune* aufgestellt, deren erste wohl mit Nyst's *sables noirs* identisch ist, während die beiden anderen die übrigen Etagen von

Nyst paarweise begreifen. Fast alle diese Etagen sind ausgezeichnet durch den Reichthum und die Manchfaltigkeit ihrer Fossilien, unter denen sich auch viele Knochen von Cetaceen befinden.

Halten wir uns einstweilen mit Lyell an die Eintheilung von De-Wael, so wären also besonders der graue und der gelbe Crag zu unterscheiden, welche genau den beiden Abtheilungen des Crag von Suffolk (S. 83) entsprechen. Der graue Crag besteht aus grauem, zum Theil auch glaukonitischem Sande; von 94 Species seiner Fossilien sind nicht weniger als 90 auch im Crag von Suffolk bekannt, während etwa die Hälfte derselben noch jetzt lebenden Species angehört. Der gelbe Crag zeigt an verschiedenen Orten eine verschiedene petrographische Beschaffenheit, erscheint jedoch meist als ein lockerer, gelber, oft glimmeriger, bisweilen thoniger oder kalkiger Sand; unter 52 Conchylien von Stuivenberg unweit Calloo finden sich 49 auch im Crag von Suffolk, während über die Hälfte derselben als noch jetzt lebende Species bekannt sind.

Fünftes Kapitel.

Tertiärformationen im südlichen Bayern*) und in der Schweiz.

§. 454. *Eocänformation der bayerischen Alpen.*

Die grosse alpinische oder südeuropäische Eocänformation setzt in *ihrem* allgemeinen Verlaufe von Westen nach Osten auch durch die bayerischen *Alpen*, und zerfällt dort gleichfalls in zwei Gruppen, von welchen die eine durch die ausserordentliche Menge von Nummuliten, die andere durch den Reichthum an Fucoiden charakterisirt wird; es sind diess die Nummulitenbildung und die Flyschbildung.

Die nummulitenführenden Schichten sind aber in eine ältere und eine jüngere Abtheilung zu trennen. Die ältere Abtheilung begreift alle Schichten von der jüngsten Kreide aufwärts bis zu den Schichten des Kressenberges und dem sogenannten Granitmarmor von Neubeuern; sie ist mindestens gleichalterig mit dem pariser Grobkalke, und folgt in Bayern stets dem äusseren Rande des Hochgebirges. Die jüngere Abtheilung zeigt nicht nur gewisse paläontologische Eigenthümlichkeiten, welche sie den *sables moyens* und vielleicht noch höheren Schichten des pariser Beckens vergleichen lassen, sondern sie bildet auch kleinere, abgeschlossene Gebiete innerhalb des Hochgebirges. Dieses Gesetz gilt unverändert für Bayern, wie für die Schweiz und für Oesterreich.

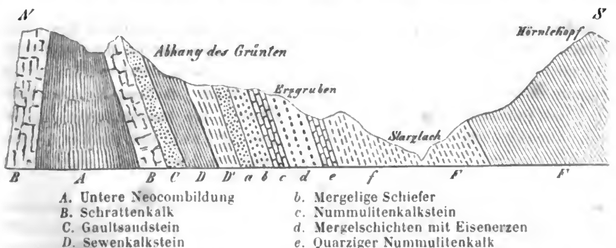
A. Aeltere Nummulitenbildung der bayerischen Alpen.

Ihr Anschluss an die Schichten der Kreideformation ist besonders an drei Stellen, nämlich bei Burgberg am südlichen Abhange des Grünten, bei Tölz an der Isar, und am nördlichen Abhange des Untersberges zu beobachten; auch

*) Wir können es uns nicht versagen, hier eine Schilderung der Tertiärformationen Südbayerns einzuschalten, von welchen Gümbel in seiner vortrefflichen Geognostischen Beschreibung des bayerischen Alpengebirges eine so gründliche und umfassende Darstellung gegeben hat.

am Kressenberge ist neuerdings durch einen Stollen eine Einsicht in die gegenseitigen Verhältnisse beider Formationen gewonnen worden.

An dem über 5000 Fuss hohen **Grünten** (nördlich von Sonthofen, östlich von Immenstadt) erscheint die alpinische Kreideformation in den vier Gliedern der Neocombildung, des Schrattenkalkes, des Gault und des Sewenkalksteins (II, S. 1090 f.), welcher letztere von einem dünnschieferigen, lichtgrauen, fleckigen Mergel bedeckt wird, dessen zahlreiche Einschlüsse von *Inoceramus* ihn noch mit dem Sewenkalksteine verbinden. Darüber folgen Schichten eines weichen,



A. Untere Neocombildung
B. Schrattenkalk
C. Gaultsandstein
D. Sewenkalkstein
D' Dunkelfarbiger Mergel
a. Grünsandstein
b. Mergelige Schiefer
c. Nummulitenkalkstein
d. Mergelschichten mit Eisenerzen
e. Quarziger Nummulitenkalk
f. Flyschähnliche Nummulitenschichten
F. Flysch.

dunkelfarbigen, fast schwarzen jedoch fossilfreien Mergelthons, als die unmittelbare Unterlage eines Grünsandsteins (*a*), welcher bei Burgberg durch den Steinbruch des Sonthofener Eisenhüttenwerkes aufgeschlossen und nicht nur reich an *Gryphaea Brongniarti* ist, sondern auch bisweilen unzweifelhafte Nummuliten enthält, so dass mit ihm die eigentliche Nummulitenformation beginnt.

Diesen Sandstein überlagert eine Reihe mergeliger Schiefer mit eingeschalteten Kalksteinbänken und Grünsandlagen (*b*); dann folgt ein fast dichter, weisser Nummulitenkalkstein (*c*), welcher als ein hohes, von einer Burgruine gekröntes Felsenriff aufragt, und von ähnlichen Mergelschiefern (*d*) bedeckt wird, wie sie in seinem Liegenden anstehen. In diesen oberen Mergelschiefern kommen mehre Flötze von oolithischem Eisenerze vor; über ihnen liegt ein zweiter Kalkstein (*e*), welcher zahlreiche eckige Körner und Splitter von Quarz enthält, die auf der Oberfläche des verwitterten Gesteins scharf hervortreten, und ihr eine eigenthümlich rauhe Beschaffenheit ertheilen. Alle diese Gesteine sind in einzelnen ihrer Schichten mit Fossilien der Nummulitenformation erfüllt.

Das Eisenerz besteht aus einem thonigkalkigen, durch Eisenoxyd roth gefärbten Bindemittel, und zahlreichen concentrisch-schaligen Eisenerzkörnern, welche äusserlich meist roth, innerlich braun oder grünlich sind; sie enthalten nach v. Kobell 35 bis 55 Procent Eisenoxyd, und werden in Sonthofen verschmolzen.

Weiterhin gegen den Starzlachtobel überschreitet man einen, aus schwarzem Mergelschiefer, Schieferthon, blaulichgrauem kieseligem Kalkstein und grünem Sandstein bestehenden Schichtencomplex (*f*), welcher dem Flysche schon sehr ähnlich ist, auch stellenweise Fucoiden erkennen lässt, dennoch aber noch

nummulitenführende Schichten enthält, bis endlich jenseits der Starzlach der Flysch (*F*) mit seinen charakteristischen Eigenschaften, ohne thierische Ueberreste aber mit häufigen Fucoiden, in grosser Mächtigkeit und concordanter Lagerung das ganze Profil beschliesst.

Oestlich vom Grünten ist die Nummulitenformation anfangs nur selten zu beobachten; erst im Isarthale bei Tölz, am Fusse des Blomberges, gewinnt sie wieder eine grössere Verbreitung. Dort liegt über einem der Kreideformation angehörigen grünen Sandsteine ein grauer, an *Inoceramus* reicher Mergel; darauf ein schwarzer Mergel und ein zweiter Grünsandstein, welcher dem Burgberger Grünsandsteine des Grünten entspricht und die Nummulitenformation eröffnet. Weiterhin folgen gelblichweisser Nummulitenkalkstein, Mergelschichten mit Andeutungen eines Flötzes von oolithischem Eisenerze, und endlich der sogenannte Enzenauer Marmor, ein röthlich und gelblich gefärbter, von Quarzkörnern und Hornsteinsplittern erfüllter Kalkstein. Die Zusammensetzung der Nummulitenformation stimmt also hier bei Tölz sehr wohl überein mit derjenigen am Grünten; auch endigt das ganze Profil mit dem Flysche, welcher die Hauptmasse des Blomberges und Zwieselberges bildet.

Noch weiter östlich, am Fusse des hohen Teisenberges lagert die berühmte und viel besprochene Nummulitenbildung des Kressenberges, welche durch mächtige Flötze von oolithischem Eisenerze und durch einen grossen Reichthum von organischen Ueberresten ausgezeichnet ist. Durch den Pattenauer Stollen sind auch hier Mergelschichten mit Inoceramen und sogar mit *Belemnitella mucronata* als das Liegende der Nummulitenformation nachgewiesen worden. Diese selbst beginnt mit einem gelben Sandsteine, welcher hinter dem Achthaler Hohofen zu Gestellsteinen gebrochen wird; darüber liegt sehr mächtig ein schwärzlicher Mergelthon, wechselnd mit graulichem und röthlichem Sandstein und mit zwei Lagern des sogenannten Granitmarmors; dann folgt ein System von glaukonitischen Sandstein- und grauen Thonschichten, welchem mindestens sechs Erzflötze eingeschaltet sind, deren Mächtigkeit meist ein Lachter und darüber beträgt; endlich schliesst das Ganze mit einer sehr mächtigen Thonablagerung. Alle diese Schichten fallen meist 70° in OSO., obgleich sie stellenweise durch Faltungen und Verwerfungen von dieser Lage mehr oder weniger abweichen.

Die Eisenerze des Kressenberges werden als Rotherz und Schwarzerz unterschieden. Das erstere besteht aus einem thonigkalkigen, mit Quarzkörnern gemengten röthlichgelben Bindemittel, und aus runden, glatten, concentrisch-schaligen Eisenerzkörnern von vorherrschend braunrother Farbe. Das Schwarzerz enthält in einem grünlichgrauen Bindemittel zahlreiche, dunkelbraun gefärbte Eisenerzkörner, und pflegt reichhaltiger zu sein, als das Rotherz. Uebrigens sind diese Erzlager eigentlich nur besonders erzreiche Schichten des Nummulitensandsteins, in welchen sie bisweilen bei abnehmendem Erzgehalte übergehen.

Die Erzflötze und die sie einschliessenden glaukonitischen Sandsteine enthalten ausser den Nummuliten zahlreiche andere, für die alpinische Nummulitenformation charakteristische Fossilien. Unter den genau bestimmten Arten finden sich nach Gümbel 161, welche auch anderwärts in den älteren Ter-

tiärbildungen bekannt sind; mehr als die Hälfte derselben ist identisch mit Arten des Grobkalkes und des unteren Meeressandes im Pariser Bassin.

Als dergleichen mit Pariser Arten identische Formen führt Gümbel die folgengen auf *):

Foraminiferen.

Ovulina margaritula Lam.
Nummulites planulata Lam. **)

Korallen.

Madrepora Solanderi Defr.

Echinodermen.

Pentacrinus didactylus Orb.
Pygurus ellipsoidalis Ag.
Echinolampas affinis Ag.
Echinanthus Cuvieri Ag.
Pygorhynchus grignoniensis Ag.
Coelorhynchus sinuatus Ag.
Hemiaster subglobosus Desm.

Brachiopoden.

Terebratula Kickxi Gal.
Terebratula bisinuata Lam.

Conchiferen.

Ostrea flabellula Lam.
. . . . *bellovacina Lam.*
. . . . *gigantea Brand.*
. . . . *multicostata Desh.*
Spondylus multistriatus Desh.
. . . . . . *radula Lam.*
Pecten imbricatus Desh.
. . . . *mitis Desh.*
. . . . *multistriatus Desh.*
. . . . *plebejus Lam.*
. . . . *solea Desh.*
Modiola lithophagina Desh.
Mytilus rimosus Lam.
Cucullaea crassatina Lam.
Arca barbatula Lam.
Nucula similis Sow.
. . . . *margaritacea Lam.*
Pectunculus pulvinatus Lam.
Chama calcarata Lam.
Cardita calcitrapoides Lam.
Cardita multicostata Desh.
. . . . . *pusilla Desh.*
. . . . . *acuticostata Desh.*
Cardium asperulum Lam.
. . . . . *Hörnesi Desh.*
. . . . . *difficile Desh.*
. . . . . *semistriatum Desh.*
Cyprina scutellaria Desh.
Lucina grata Defr.
Crassatella compressa Lam.
. . . . . . *ponderosa Nyst.*
Venus turgidula Desh.
Cytherea globulosa Desh.
. . . . . *nitidula Lam.*
Psammobia debilis Desh.
Fistulana ampullaria Lam.
Panopaea intermedia Orb.
Solen cultellatus Mün.
Cultellus fragilis Desh.
Teredina Oweni Desh.

Gastropoden.

Siliquaria striata Defr.
Calyptraea lamellosa Desh.
. , ... *trochiformis Lam.*
Velates Schmidelanus Chemn.
Natica mutabilis Desh.
. . . . *sigaretina Desh.*
Scalaria crispa Lam.
. . . . . *nodosa Sow.*
. . . . . *tenuilamella Desh.*
Turritella fasciata Lam.
. . . . . *imbricataria Lam.*
. . . . . *terebellata Lam.*

---

*) A. a. O. S. 596 ff.; weiterhin, S. 658 bis 664, werden noch viele neue, oder dem Kressenberge eigenthümliche Species besprochen.

**) Mit dieser häufigen Species finden sich noch 12 andere Nummulitenspecies, welche auch an anderen Puncten der bayerischen Alpen, in der Schweiz, bei Nizza und im südlichen Frankreich bekannt sind.

Solarium bistriatum Desh
Phorus agglutinans Desh.
Triton pyraster Lam.
. . . . *striatulus Desh.*
Fusus angulatus Lam.
. . . . *bulbiformis Lam.*
. . . . *regularis Sow.*
. . . . *rugosus Lam.*
. . . . *tuberculosus Desh.*
Pyrula elegans Lam.
Pleurotoma glabrata Lam.
Morio nodosus Orb.
Harpa mutica Lam.
Buccinum tiara Desh.
Voluta bulbula Lam.
. . . . *depressa Lam.*
. . . . *muricina Lam.*
Cypraea inflata Lam.
. . . . . *Levesquei Desh.*
. . . . . *oviformis Sow.*
Conus deperditus Brug.
. . . . *turritus Lam.*

Cephalopoden.

Nautilus imperialis Sow.
. . . . . *regalis Sow.*
Nautilus ziczac Sow.

Nach diesen und anderweiten paläontologischen Uebereinstimmungen ist wohl der eocäne Charakter des Kressenberger Schichtensystems nicht zu bezweifeln. Dasselbe gilt von dem Schichtensysteme des Grünten, dessen Fauna, wenn auch etwas weniger reich, doch ausserdem gänzlich übereinstimmend ist. Alle diese Schichten der bayerischen Alpen stellen nur eine eigenthümliche Facies der älteren alpinischen Nummulitenformation dar; jener merkwürdigen Formation, welche die ganze alte Welt von der pyrenäischen Halbinsel über die Krimm und den Himalaya bis nach Luzon durchzieht.

Gegen die Richtigkeit dieser Folgerung hat Schafhäutl schon früher das Bedenken geltend zu machen gesucht, dass sich unter den Fossilien des Kressenberges 32 cretacische und 7 jurassische, dagegen nur 15 unzweifelhaft tertiäre Species befinden, weshalb das dortige Schichtensystem »verschiedenen Perioden angehörend, als ein kaum lösbares Räthsel dastehe«, und wohl anzunehmen sei, dass sich in dem tiefen alpinischen Meere allerlei »Thierformen fort und fort lebend erhalten haben«, welche in den seichteren nördlichen Meeren bereits ausgestorben waren *). Dagegen bemerkt Gümbel (a. a. O. S. 588), dass unter denen von ihm selbst gesammelten und untersuchten Petrefacten des Kressenberges weder eine ächte Kreidespecies noch eine Juraspecies zu finden sei, und dass sich die Annahme solcher exceptionellen Verhältnisse der Kressenberger Schichten als durchaus unbegründet herausstelle. Auch die neueren und noch weit zahlreicheren Belege, welche Schafhäutl in seinem Werke, Südbayerns *Lethaea geognostica* (1863), für seine Ansicht aufgestellt hat, sind von Gümbel im Neuen Jahrbuche für Mineralogie, 1865, S. 129 ff. auf ihre Beweiskraft geprüft und als ungiltig erkannt worden.

Die über den Erzflötzen liegenden Schichten sind am Kressenberge nicht hinreichend aufgeschlossen, während solche am Grünten eine zweite, durch scharfe Quarzkörner ausgezeichnete Ablagerung von Nummulitenkalkstein, höher aufwärts aber eine so innige Verknüpfung von nummulitenhaltigen Gesteinen mit dem Flysche erkennen lassen, dass keine scharfe Gränze zwischen beiden gezogen werden kann. So viel steht fest, sagt Gümbel, dass am Grünten, wie bei Tölz und am Kressenberge, flyschähnliche Schichten ohne eine bemerkbare

*) Neues Jahrb. für Mineralogie, 1846, S. 694 und 1852, S. 173.

hervorstechende Zwischenschicht unmittelbar und gleichförmig auf die ältere Nummulitenbildung folgen.

B. Flyschbildung der bayerischen Alpen.

Dieser unzertrennliche Begleiter der älteren Nummulitenformation zieht sich unmittelbar aus der Schweiz durch Vorarlberg in die bayerischen Alpen, welche er mit mehr oder weniger Unterbrechung von Westen nach Osten durchsetzt. Auch dort nimmt der Flysch seine Stelle über den Nummulitenschichten ein, mit welchen er nach unten so innig verbunden ist, dass sich kaum irgendwo eine Gränze angeben lässt. Dennoch aber scheinen seine Mächtigkeit, seine petrographischen Eigenthümlichkeiten und der Mangel an thierischen Ueberresten dafür zu sprechen, dass er nicht blos als eine obere Abtheilung der Nummulitenformation, sondern als eine selbständige jüngere Formation zu betrachten ist, welche etwa in die Periode der *sables moyens*, oder auch der mittleren Süsswasserbildung des Pariser Bassins fallen dürfte; diese letztere Deutung ist auch schon im Jahre 1857 von Karl Mayer aufgestellt worden*).

In den bayerischen Alpen sind es besonders Sandsteine, Schiefer, Mergel und Kalksteine, welche in vielfacher Abwechslung die Flyschformation zusammensetzen.

Der Flyschsandstein ist meist recht feinkörnig, fast dicht, sehr kalkhaltig, hält oft eingesprengte Quarzkörnchen, Glimmerschuppen und sparsame lichtgrüne Puncte; er erscheint gewöhnlich dickschichtig, doch kommen auch dünnschichtige weichere Varietäten vor, welche viele kohlige Flecke und Puncte enthalten. Andere sehr charakteristische Varietäten erscheinen als grobkörnige, polygene Sandsteine, welche aus klaren Quarzkörnern, fleischrothen Feldspathkörnern, weissen Glimmerschuppen und abgerollten Bröckchen von Kalkstein, Mergel und primitiven Gesteinen bestehen, die durch ein kalkiges Cäment zu einem sehr festen Gesteine verbunden sind. Stellenweise, wie am Bolgen bei Sonthofen, tritt auch das schon oben (S. 14) erwähnte Conglomerat auf, welches zahlreiche Fragmente und Blöcke von Granit und anderen älteren Gesteinen umschliesst.

Die Flyschschiefer sind graulichgrüne bis schwarze, selten rothe, meist gestreifte, kalkarme Schieferthone von ebenflächiger Schichtung, welche zu griffelförmigen Stücken zerwittern, und auf ihren Spaltungsflächen meist Abdrücke von Fucoiden zeigen.

Die Flyschmergel schliessen sich an die Schiefer an, unterscheiden sich aber durch ihren starken, bis zu 60 Procent steigenden Kalkgehalt, und erscheinen als lichtgraue bis schwärzliche, oberflächlich ausbleichende, dünnschieferige, an Fucoiden sehr reiche Gesteine.

Die Flyschkalksteine sind theils Mergelkalksteine, theils Kieselkalksteine: die ersteren sind lichtgrau, jedoch stark ausbleichend, dünnschichtig und von einem ausgezeichnet bröcklich-muscheligen Bruche; die Kieselkalk-

*) Vergl. oben S. 10, Nr. 5, die ligurische Stufe.

steine sind gleichfalls dünnschichtig, sehr hart, oft dicht wie Hornstein, im Bruche splitterig, enthalten oft Glaukonitkörner und nach Schafhäutl bis 74 Procent Kieselsäure. Beide werden häufig von vielen weissen Kalkspathadern durchschwärmt.

Auch Thoneisenstein, mit 30 bis 60 Procent kohlensaurem Eisenoxydul, kommt theils in dünnen Schichten, theils in linsenförmigen Nieren zwischen den übrigen Gesteinen vor.

»In wunderlich zusammengefalteten, im Zickzack geknickten und zurückgebogenen Schichten steigt der Flysch im Osten am Fusse der Alpen zu ansehnlichen Vorbergen auf, ohne jemals dieses Gränzgebiet zu überschreiten, und in das Innere des Kalkgebirges vorzudringen. Im Westen dagegen erhebt er sich, verstärkt an Mächtigkeit, zu noch höheren Bergen, und gewinnt, wenn auch immer noch von der Schranke des älteren Kalkgebirges zurückgehalten, diesem letzteren fast ebenbürtig gegenüberstehende Höhen. Dennoch prägt sich in den weicheren, milderen Bergformen die eigenthümliche Natur der Flyschgesteine so scharf aus, dass man die Flyschberge schon aus weiter Ferne von den Kalkbergen zu unterscheiden vermag. Bis zum Gipfel bewachsen oder berast nähren die oft steilen Gehänge fette Alpenweiden auf den Höhen, und in den Tiefen prachtvolle Wälder. Doch fehlen auch zahlreiche tiefe Tobel nicht, welche rinnenartig von dem Rücken herabziehend bis auf das feste Gestein einschneiden. In ihrer weiteren Ausbildung entstehen Thäler, welche mit einem grossartigen Kessel zu beginnen pflegen, und sich weiter abwärts immer mehr erweitern. Unermesslichen Schutt führen die Gewässer in diesen Rinnen und Thälern abwärts, indem das weiche Gestein des Flysches, fortdauernd von der Zerstörung benagt, sich leicht auflockert und zerbröckelt.« So schildert Gümbel die Physiognomie der Flyschberge, a. a. O. S. 614 f.

C. Jüngere Nummulitenbildung der bayerischen Alpen.

Gleichwie am Grünten, im äussersten Westen der bayerischen Alpen, so beginnt die ältere Nummulitenformation auch im äussersten Osten derselben, am Untersberge bei Reichenhall, mit einem grünen Sandsteine, welcher *Gryphaea Brongniarti* und viele kleine Nummuliten umschliesst. Darüber folgen gegen Schloss Plain sandige Kalk- und Thonschichten, auch erdige Kalksteine, und, am Schlossberge selbst, ein körniger, gelblichgrauer, mit Quarzkörnern erfüllter Kalkstein, bis endlich ein thoniger, mit schwarzen Mergellagen wechselnder Sandstein die ganze Schichtenreihe beschliesst.

Diese oberen Schichten enthalten anfangs noch Nummuliten, Orbitoliten und Korallen, weiter aufwärts Blätterabdrücke und calcinirte Conchylien; es fehlen ihnen aber die Eisenerzflötze des Kressenberges, und eine genauere Untersuchung ihrer organischen Ueberreste hat zu der Ansicht geführt, dass die Hauptmasse derselben einer jüngeren Abtheilung der Nummulitenformation angehöre, welche aber desungeachtet von dem Flysche in concordanter Lagerung bedeckt zu werden scheint. Sonach dürfte hier eine unmittelbare Ueberlagerung der älteren Nummulitenbildung durch die jüngere Statt finden *).

Als ein im Innern der Kalkalpen lagerndes Beispiel der jüngeren Nummulitenbildung hebt Gümbel besonders das Becken von Reit im Winkel

*) Gümbel, a. a. O. S. 585, 611 und 651.

(östlich von Kössen) hervor*). Dort liegen in der Tiefe, über dem Hauptdolomite der Keuperformation, Dolomitbreccien, sowie kalkige Conglomerate, welche letztere auf der verwitterten Oberfläche durch scharfe Quarzkörner ausgezeichnet sind. Ihnen schliesst sich ein kalkigsandiges Gestein an, mit zahllosen Foraminiferen und sehr vielen calcinirten Conchylien, dann ein grünlichgrauer Mergel mit festeren Kalkmergelschichten, und endlich ein mollassenähnlicher Sandstein, welcher reich an Pflanzenabdrücken ist. Unter den Foraminiferen zeichnen sich besonders *Operculina ammonea* und *Nummulites variolaria* aus; mit ihnen führt Gümbel 114 auch anderwärts bekannte Species auf**), von welchen 54 in der unteren Abtheilung der Pariser Eocänformation, 51 dagegen auch in den *sables moyens* vorkommen, während sich darunter schon 15 Species aus der Oligocänformation befinden.

Diese bedeutende Anzahl von obereocänen Arten, und der Umstand, dass die Nummulitenschichten von Reit im Winkel mit den benachbarten Schichten von Kressenberg nur wenige gemeinschaftliche Arten aufzuweisen haben, berechtigen uns wohl, dieser Nummulitenbildung ein relativ jüngeres Alter zuzuerkennen und sie dem mittleren Meeressande des Pariser Beckens (oder dem Sande von Beauchamp) gleich zu stellen.

Auch die von Heer bestimmten Pflanzenreste, welche mit jenen von Häring übereinstimmen, bestätigen diese Folgerung, ebenso wie der Mangel einer jeden Beziehung zu dem Flysche, welcher in der Umgebung von Reit gar nicht vorhanden ist, sondern stets auf den äussersten Rand des Hochgebirges beschränkt bleibt.

§. 455. *Oligocänformation im südlichen Bayern.*

Mit der Nummulitenbildung und dem Flysche fällt die nördlichste Vorstufe der Alpen in das Gebiet der bayerischen Hochebene ab, welche an ihrem südlichen Rande noch den Charakter eines bergigen und hügeligen Landes zeigt, und sich erst weiter nach Norden allmälig zu einer förmlichen Ebene verflacht. Gleichmässig tritt man aus dem Gebiete jener ältesten Tertiärbildungen in das der jüngeren und jüngsten Tertiärschichten ein, über welchen sich endlich die Diluvial- und Alluvial-Gerölle in grosser Mächtigkeit ausbreiten.

Zunächst dem Rande des Hochgebirges treten unter diesen Geröllen festere Schichten auf, welche meist nur in den Thaleinschnitten und auf dem Rücken der Berg- und Hügelreihen zu Tage austreten, deren Grundfesten von ihnen gebildet werden. Da erscheinen feste Conglomerate, wechselnd mit Mergeln und mit feinkörnigen Sandsteinen, welche allmälig immer mehr überhand nehmen und, ausser vielen anderen organischen Ueberresten, besonders auch viele Flötze von Pechkohle umschliessen. Alle diese Schichten sind mehr oder weniger steil aufgerichtet, mehrfach stark gefaltet und meist auch überkippt, so dass sie grossentheils ein steiles südliches Einfallen zeigen.

An diese steil aufgerichteten Schichtenzonen lehnen sich weiter nördlich weichere sandige Schichten, Sandmergel und Thonmergel, anfangs gleichfalls

*) Gümbel, a. a. O. S. 602, 640 und 665.
**) Gümbel, a. a. O. S. 602 ff.

in steiler und selbst überkippter, weiterhin in wenig geneigter und zuletzt in horizontaler Lagerung, welche nach unten noch zahlreiche marine, höher aufwärts dagegen limnische Conchylien nebst Braunkohlenlagern enthalten, und sonach einen Uebergang aus marinen in limnische Bildungen erkennen lassen, welche letztere die gegen die Donau hin sich einsenkende Fläche bilden.

Sonach scheiden sich die Tertiärbildungen der bayerischen Hochebene in zwei grosse Gruppen, welche sich durch ihre Lagerung und Verbreitung, wie durch ihre organischen Ueberreste ganz unzweifelhaft als zwei verschiedene Formationen erweisen, und von Gümbel als ältere (oligocäne) und als jüngere (miocäne) Molasse aufgeführt werden.

Durch folgendes Profil veranschaulicht uns Gümbel die Architektur und die Gliederung dieser wichtigen Gebilde der bayerischen Hochebene.



Aeltere Molasse.
1. Aelteste Meeresschichten.
2. Untere Blättermolasse.
3. Untere Cyrenen- u. Pechkohlenschichten.
4. Untere bunte Molasse.
5. Obere Cyrenen- u. Pechkohlenschichten.

Jüngere Molasse.
6. Graue Blättermolasse.
7. Obere Meeresmolasse.
8. Obere Süsswassermolasse und Knochensand.
a. Diluvialgeröll.

Diese Gliederung der Molasse ist in der mittleren Region, zwischen Miesbach und dem Peissenberge, nachgewiesen worden; von dieser Region aus ändern sich jedoch die Verhältnisse sowohl nach Osten als auch nach Westen.

Wenden wir uns zuvörderst nach Osten, so finden wir im Traunthale zwar noch die Aufeinanderfolge der Eocänschichten, der älteren und (bei Traunstein) der jüngeren Molasse; allein die ältere Molasse, welche im Durchschnitte des Ammerthales fünf Stunden breit ist, hat sich hier auf eine Stunde verschmälert, und keilt sich weiter östlich noch vor dem Ende des Teisenberges gänzlich aus, so dass dort die jüngere Molasse unmittelbar an den Alpenrand herantritt. Dasselbe Verhältniss setzt nach Oesterreich hinein fort, wo daher auch mit der älteren Molasse die Pechkohlenflötze fehlen.

Vom Ammerthale nach Westen hin erstreckt sich die ältere Molasse bis gegen die Wertach; aber schon am Lech verlieren sich die zahlreichen Einlagerungen von Pechkohlen; um so häufiger und mächtiger werden dafür die Conglomerate, welche bereits südlich von Nesselwang und am Grünten bis dicht an die Kreideformation heranziehen, westlich vom Illerthale aber mit grosser Breite in den Gebirgsstock der Alpen selbst eindringen, indem sie sich allmälig immer flacher legen, und endlich horizontal ausbreiten. Die stellenweise vorkommenden Petrefacten beweisen jedoch, dass man sich hier schon im Gebiete der jüngeren Meeresmolasse befindet, wie solche in der benachbarten Schweiz auftritt, und deren Schichten hier zum Theil eben so steil aufgerichtet sind, wie jene der älteren Gebilde, während sie im Osten, am Simssee, Chiemsee und Waginger See noch horizontal liegen.

Bei dieser Verfolgung der älteren, kohlenführenden Molassenschichten vom Peissenberge nach Westen stellt sich also das Resultat heraus, dass die durch

eigenthümliche Conglomerate ausgezeichnete Zone der bunten Molasse dorthin immer mächtiger und vorherrschender wird, mit welcher zunehmenden Mächtigkeit sie denn auch durch Vorarlberg in die Schweiz hinein fortsetzt, und zu bedeutenden Höhen aufragt. Ein in ihrem Hangenden vorkommendes schwaches Pechkohlenflötz, welches sich vom Wertachthale bis zum Bodensee verfolgen lässt, berechtigt uns dennoch, diese kohlenarme und auch an anderen organischen Ueberresten sehr dürftige Etage des Algäus für eine besondere Facies der Miesbach-Peissenberger kohlenreichen Schichtenzone zu erklären.

Oligocäne oder ältere Molasse.

Die vorherrschenden Gesteine dieser älteren Molasse sind Conglomerate, Sandsteine, Mergelschiefer und Steinmergel, welchen sich noch Stinkkalk und Pechkohlen als untergeordnete Glieder zugesellen.

Die Conglomerate (Nagelfluhen oder Nagelsteine) bestehen aus erbsen- bis faustgrossen Geröllen von dunkelfarbigen Kalksteinen, von quarzigen und hornsteinartigen Gesteinen, und aus einem sandigmergeligen, meist auch glimmerhaltigen Cämente; nur selten finden sich unter den kalkigen und kieseligen Geröllen auch solche von Hornblendgesteinen, Gneiss und Granit; auch gehören Gerölle mit Eindrücken anderer Gerölle zu den nicht häufigen Vorkommnissen. Durch Ueberhandnahme des Cämentes und durch Verkleinerung der Gerölle geht das Gestein in Sandstein über. Die gewöhnliche Farbe dieses Conglomerates ist grau; doch treten im Algäu auch rothe Farben auf, womit denn, durch Wechsellagerung grauer und rother Mergel-, Sandstein- und Conglomeratschichten, buntstreifige Felsmassen entstehen.

Die Sandsteine treten in sehr verschiedenen Varietäten auf; auch ihre Farbe ist meist grau, selten gelblich, weiss oder röthlich, bisweilen graulichgrün durch beigemengten Glaukonit; Glimmerschuppen sind fast immer vorhanden und bedingen oft eine schieferige Structur; durch Aufnahme von Geröllen geht der Sandstein über in feines Conglomerat; er ist immer kalkhaltig, und braust daher mehr oder weniger, wenn er mit Säuren befeuchtet wird. Die, im Ganzen seltenen, feinen und festen Varietäten werden als Bausteine und zu Bildhauerarbeiten, die gröberen Varietäten zu Mühlsteinen und Schleifsteinen, die sehr feinen und dünnschieferigen Varietäten zu Wetzsteinen verwendet. Organische Ueberreste sind nur selten vorhanden.

Die Mergelschiefer, welche bald mehr kalkig, bald mehr sandig sind, liefern einen wesentlichen Bestand der älteren Molasse; sie sind gewöhnlich grau, selten grau und gelb marmorirt oder ziegelroth (wie namentlich im Algäu), dünnschichtig, im Bruche splitterig, und zerwittern leicht zu einer weichen thonigen Masse.

Die Steinmergel sind harte und spröde kalkreiche Mergel von muscheligem Bruche, grau, doch häufig dunkel gestreift und geflammt; sie bilden theils Lagen theils knollige Concretionen im Mergelschiefer, und liefern oft ein sehr gutes Material zur Cämentfabrikation; auch enthalten sie viele und gut erhaltene organische Ueberreste.

Der Stinkkalk ist ein bituminöser, graulichweisser bis schwärzlicher,

dünnschichtiger Süsswasserkalkstein, welcher die Pechkohlenflötze begleitet, Land- und Süsswasser-Conchylien und zahlreiche Pflanzenreste umschliesst.

Die Pechkohle endlich ist eine ganz compacte und homogene, der ächten Steinkohle ähnliche, schwarze und glänzende Kohle, von dunkelbraunem Striche, und vom spec. Gewichte 1,27 ... 1,35; sie liefert ein zu vielen Feuerungen sehr brauchbares Brennmaterial, mit einem meist zwischen 3 und 13 Procent schwankenden Aschengehalte, und giebt 46 bis 63 Procent Kok.

Die gewöhnlich mit Stinkkalklagen verbundenen Flötze sind meist 1 bis 3, selten 4 bis 5 Fuss mächtig, daher nicht immer bauwürdig. Am Peissenberge kennt man 21, darunter 5 bauwürdige; bei Miesbach sind sogar 30 bis 40 verschiedene Flötze bekannt, von denen jedoch viele gleichfalls nicht abgebaut werden.

Was nun die Gliederung und das geologische Alter dieser älteren Molasse betrifft, so ist schon aus dem oben, S. 104, mitgetheilten Profile zu ersehen, dass Gümbel innerhalb derselben fünf verschiedene Glieder unterscheidet; durch ihre Lagerung aber und durch ihre organischen Ueberreste wird diese Molasse als eine Formation der oligocänen Periode charakterisirt.

1. Aelteste Meeresschichten. Diese tiefsten, zunächst am Gebirgsrande und unter dem Hauptzuge der Conglomerate anstehenden Schichten bestehen aus grauen weichen Mergeln, aus gleichfarbigem Sandsteine und aus Conglomerat. Sie sind aber nur an wenigen Stellen in grösserer Ausdehnung aufgeschlossen; so z. B. im Thalberggraben bei Traunstein, am Ufer der Leitzach oberhalb Drachenthal, im Lochergraben bei Miesbach, an der Isar bei Tölz, und in einem langen schmalen Streifen von der Isar bis zum Rheinthale. Ihre organischen Ueberreste stammen lediglich von marinen Thieren, wie aus folgendem Verzeichnisse der auch anderwärts bekannten Species zu ersehen ist*).

Conchiferen.

Ostrea callifera Lam.
.... cyathula Lam.
Anomia burdigalensis May.
Cyprina rotundata Bronn
Corbula gibba Defr.
Crassatella Bronni Mer.
Cytherea incrassata Sow.
..... splendida Mer.
..... Brocchii Desh.
..... erycina Lin.
Tellina Nystii Desh.
Lucina divaricata Lam.
Pullastra vetula Bast.
Nucula Lyellana Bosq.
Cyrena subarata Bronn
Thracia plicata Desh.
Modiola micans Braun
Panopaea Hebertiana Bosq.
..... Menardi Desh.
..... Fischeri May.
Pholadomya alpina Math.

Gastropoden.

Dentalium brevifissum Desh.
Calyptraea chinensis Desh.
...... striatella Nyst
Neritina fulminifera Sandb.
Natica micromphalus Sandb.
.... Nystii Orb.
Natica helicina Brocc.
.... Josephinia Bronn
Melanopsis gibbosula Grat.
Turritella cathedralis Brong.
..... turris Bast.
..... triplicata Brocc.

*) Gümbel, a. a. O. S. 686; weiterhin, S. 741 ff. werden noch viele andere Species aufgeführt.

Cerithium plicatum Lam.	*Fusus multisulcatus Nyst*
. . . . . . *margaritaceum Brong.*	. . . . *scalariformis Nyst*
. . . . . . *resectum Desh.*	. . . . *elongatus Beyr.*
Chenopus acutidactylus Sandb.	*Cancellaria ringens Sandb.*
Murex brevicauda Héb.	*Pyrula concinna Beyr.*
Pleurotoma belgica Goldf.	. . . . *Lainei Bast.*
. . . . . . *Selysii Kon.*	*Tritonium flandricum Kon.*
. . . . . . *ramosa Bast.*	*Cassis aequinodosa Sandb.*
. . . . . . *Duchatelii Nyst*	*Voluta Rathieri Héb.*
. . . . . . *laticlavia Beyr.*	. . . . *decora Beyr.*
. . . . . . *subdenticulata Münst.*	

Unter diesen 54 Species befinden sich 39 unteroligocäne und 23 oberoligocäne Formen, woraus denn Gümbel mit Recht folgert, dass dieses tiefste Glied der Molasse den *sables supérieurs* des Pariser Bassins zu parallelisiren sei.

2. Untere Blättermolasse. Auf die vorausgehende rein marine Bildung folgen nun zunächst mehre Conglomeratbänke, dicke, in vielen Steinbrüchen aufgeschlossene Sandsteine und sandige Mergel. Diese im Ganzen nicht sehr mächtige Zwischenbildung enthält häufige Pflanzenreste, namentlich Blattabdrücke von *Quercus furcinervis.*

3. Untere Cyrenen- und Pechkohlenschichten. Mit dem ersten Pechkohlenflötze stellen sich, ausser zahlreichen Pflanzenresten, auch die ersten Cyrenen- und Cerithienschichten ein, welche theils aus Stinkkalk, theils aus Schieferthon bestehen, aber keine grosse Mächtigkeit erlangen, ja bisweilen nur auf wenige Fuss beschränkt sind.

Von Pflanzenresten sind besonders *Glyptostrobus europaeus* und das Farnkraut *Lastraea styriaca,* von Conchylien

Cyrena subarata Bronn	*Corbula gibba Defr.*
Dreissenia Basteroti Bronn.	*Melanopsis foliacea Gümb.*
. . . . . . *Brardi Bronn*	*Cerithium plicatum Lam.* und
Arca cardiiformis Bast.	*Buccinum subpolitum Sandb.*
Cytherea incrassata Desh.	

zu erwähnen.

4. Bunte Süsswassermolasse. Ein äusserst mächtiger, aber an Fossilien sehr armer Schichtencomplex, welcher aus vielfach wechselnden Schichten von buntfarbigem Mergel, von gleichfarbigem weichem Sandstein und von grobem, bald roth bald grau gefärbtem Conglomerate besteht. Vom Ammerthale nach Osten verliert diese Molasse ihre grosse Mächtigkeit, und nimmt mehre kohlenführende Schichten auf, wie bei Miesbach; nach Westen dagegen schwillt sie fortwährend an, wie bereits oben bemerkt wurde, und lässt sich, bei ähnlicher petrographischer Beschaffenheit, weit in die Schweiz hinein verfolgen. Da sie, ausser Spuren von Landschnecken und vereinzelten limnischen Conchylien, keine anderen organischen Ueberreste enthält, so ist sie wohl als eine Süsswasserbildung zu betrachten.

5. Obere Cyrenen- und Pechkohlenschichten. Sie beginnen wenigstens am Peissenberge mit grauen und gelblichen Sandsteinen, die reich an Pflanzenresten sind; darauf folgen die eigentlichen Mergel, Schieferthone

und Stinkkalke mit denen sie begleitenden Kohlenflötzen, welche in dieser Etage ihre hauptsächliche Entwickelung gefunden haben, weshalb denn der wichtige Kohlenbergbau von Miesbach, Pensberg und am Peissenberge in ihr betrieben wird. Durch ihre organischen Ueberreste wird auch diese Etage noch in das Gebiet der Oligocänformation gewiesen.

Von thierischen Ueberresten, welche auch in anderen Gegenden bekannt sind, führt Gümbel die folgenden Species auf*):

Conchiferen.

Anomia burdigalensis May.	*Cytherea incrassata Desh.*
Ostrea cyathula Lam.	. . . . . *Brocchii Desh.*
Pecten burdigalensis Lam.	. . . . . *splendida Mer.*
. . . . *opercularis Lam.*	. . . . . *sulcataria Nyst*
Dreissenia Basteroti Bronn	. . . . . *Deshayesiana Bast.*
. . . . . . *Brardi Bronn*	. . . . . *undata Bast.*
Mytilus aquitanicus May.	*Tellina Nystii Desh.*
Arca cardiiformis Bast.	*Psammobia aquitanica May.*
. . . *aquitanica May.*	*Lutraria sanna Bast.*
Unio flabellatus Goldf.	*Thracia pubescens Montg.*
Cyrena subarata Bronn	*Corbula gibba Defr.*
Lucina Heberti Orb.	. . . . . *carinata Phil.*
. . . . *scopulorum Brong.*	*Pholadomya alpina Math.*
Donax venustus Poli	*Panopaea Menardi Desh.*

Gastropoden.

Dentalium entalis Gm.	*Cerithium plicatum Lam.*
Calyptraea chinensis Desh.	. . . . . . *Galeottii Nyst.*
Neritina picta Fér.	. . . . . . *margaritaceum Brong.*
. . . . . *fulminifera Sandb.*	. . . . . . *resectum Desh.*
Melania Escheri Brong.	. . . . . . *Lamarcki Brong.*
Turritella turris Bast.	. . . . . . *Rathii Braun*
. . . . . *cathedralis Brong.*	. . . . . . *subcorrugatum Orb.*
Pyrula Laenei Bast.	*Buccinum Caronis Brong.*
Fasciolaria polygonata Grat.	. . . . . . *Desnoyersi Duj.*

Die im Peissenberge vorkommenden Pflanzenreste sind nach den Bestimmungen von Heer:

Alnus Kefersteini Göpp.	*Juglans acuminata Braun*
Apeibopsis Deloesi Heer	*Nelumbium semipeltatum Rossm.*
Betula Brongniarti Ett.	*Planera Ungeri Ett.*
Cassia Berenices Ung.	*Porana Ungeri Heer*
Cinnamomum Scheuchzeri Heer	*Pteris xyphoidea Web.*
Cyperus Chavannesi Heer	*Quercus valdensis Heer*
Dryandroides hakeaefolia Ung.	. . . . . *Göpperti Web.*
. . . . *laevigata Heer*	*Rhamnus rectinervis Heer*
Glyptostrobus europaeus Brong.	*Sapindus falcifolius Braun.*

Sowohl die Thiere wie die Pflanzen charakterisiren diese oberen Cyrenenschichten als eine der oberen Abtheilung der Oligocänformation (oder der aquitanischen Stufe) angehörige Bildung. Da nun die unteren Cyrenenschichten

*) A. a. O. S. 690 f.; ausserdem werden noch S. 750 ff. viele, den bayerischen Schichten eigenthümliche Species genannt.

keine wesentlichen paläontologischen Verschiedenheiten erkennen lassen, so sind wir wohl mit Gümbel zu der Folgerung berechtigt, dass beide, sammt der zwischenliegenden bunten Molasse als oberoligocäne Ablagerungen zu betrachten sind.

§. 456. *Miocänformation im südlichen Bayern.*

Der nördliche und bei weitem grössere Theil der südbayerischen Hochebene wird unter den Diluvialmassen von jüngeren Tertiärschichten gebildet, welche sich durch ihre petrographischen und paläontologischen Eigenschaften ebenso wie durch ihre Lagerung von den bisher betrachteten Bildungen unterscheiden, und von Gümbel unter dem Namen der jüngeren oder miocänen Molasse zusammengefasst werden.

Eine von Kempten über Peissenberg, Rimselrain im Isarthale, Ableithen im Leitzachthale und Prien nach Traunstein gezogene Linie bildet ungefähr die Gränze zwischen diesen neueren und jenen älteren Tertiärbildungen. Längs dieser Gränze befinden sich auch die neueren Schichten in einer steil aufgerichteten und sogar überkippten Lage, welche jedoch bald durch immer geringere Neigung in eine schwebende, und zuletzt gegen die Donau hin in eine horizontale Lage übergeht. In diesen nördlichen Gegenden ist ihnen aber ihre ursprüngliche horizontale Lage nicht sowohl wegen ihres jüngeren Alters, als wegen ihrer grösseren Entfernung von den Alpen, dem eigentlichen Ausgangsgebiete aller Schichtenstörungen und Dislocationen, erhalten geblieben. Denn die letzten gewaltsamen Effecte der Alpenerhebung haben offenbar erst nach der Bildung dieser Schichten Statt gefunden, ohne sich jedoch weit über ihre südliche Gränze geltend zu machen.

Als die wichtigeren Gesteine dieser jüngeren Molasse sind Conglomerate, verschiedene Sandsteine, Mergel, Thone und Kohlen hervorzuheben.

Conglomerate. Sie sind den gleichnamigen Gesteinen der älteren Molasse sehr ähnlich; ihre Gerölle bestehen ganz vorwaltend aus Kalkstein, nur selten aus Urfelsarten; ihr Cäment ist grossentheils mehr kalkiger als sandiger Natur, und seine gelbliche Farbe bedingt eine ähnliche Färbung des ganzen Gesteins. Gewöhnlich sind die Gerölle weniger fest verbunden, oder auch durch kleine unausgefüllte Zwischenräume getrennt; doch kommen auch fester verkittete Lagen und Streifen vor, welche an den verwitterten Felswänden wie Rippen oder Simse herausragen. Eindrücke von Geröllen finden sich häufiger, als in den älteren Conglomeraten.

Sandsteine. Sie erscheinen in mehren Varietäten, als deren wichtigere die folgenden erwähnt werden mögen.

a. Muschelsandstein, ausgezeichnet durch zahlreiche Ueberreste von Conchylien; ein mehr oder weniger grobkörniger, durch häufig beigemengte Gerölle oft conglomeratähnlicher, im frischen Bruche dunkelgrauer Sandstein mit kalkigem Bindemittel; wo dieses letztere nur sparsam vorhanden ist, da finden sich oft viele Glaukonitkörner ein, und das Gestein ist locker gebunden; die

kalkreichen Varietäten aber gehen in dünnschichtige Sandsteine über, welche vielfach gebrochen werden.

b. Grauer Blättersandstein, welcher meist mit zahlreichen Blätterabdrücken erfüllt ist.

c. Molassesandstein; ein gelblichgrauer, bald mergeliger, feinkörniger und ziemlich fester, bald thoniger und glimmerreicher, weicherer Sandstein.

d. Meeresmolasse; sie erscheint gewöhnlich als ein locker gebundener mergeliger Sand, und ist reich an wohl erhaltenen, weiss gebleichten und sehr zersetzten Conchylien.

e. Knollensand; loser, gelblichgrauer Sand mit grossen, vielgestaltigen kalkigen Concretionen.

Mergel; meist grünlichgrau, selten röthlich, oft gelb geadert, weich, bröckelig, nur selten deutlich geschichtet; er begleitet die Braunkohlenflötze und bildet auch Zwischenlagen in den Conglomeraten und Sandsteinen.

Flinz; ein sandig-glimmeriger Mergel, welcher mit Sand und Thon wechselnd die oberen Schichten der limnischen Etagen hauptsächlich bildet.

Thon; theils ein plastischer aber mergeliger Thon, welcher seines Kalkgehaltes wegen nur mit Vorsicht zu Ziegeln verwendbar ist; theils ein kohliger Letten, welcher die Pechkohlenflötze begleitet, oder die Zwischenlagen der einzelnen Kohlenbänke bildet; theils auch ein mergeliger Schieferthon mit Pflanzenabdrücken.

Kohlen. Die in der jüngeren Molasse auftretenden Kohlen ähneln zum Theil der Pechkohle der älteren Molasse, wie bei Irrsee unweit Kaufbeuern; grösstentheils jedoch erscheinen sie als gewöhnliche Braunkohle von bald holziger, bald dichter oder erdiger Beschaffenheit.

Die Gliederung der jüngeren Molasse lässt sich nach den petrographischen und paläontologischen Verschiedenheiten ihrer Schichten in der Weise feststellen, dass von unten nach oben erst eine limnische, dann eine mächtige marine, und endlich eine zweite limnische Etage auf einander folgen, über welchen zuletzt der knochenführende Sand abgelagert ist.

1. Gelbgraue Blättermolasse; sie besteht wesentlich aus Sandstein und aus mergelig-sandigen oder thonigen Schichten, und stimmt in ihren Blätter-Einschlüssen wie in ihrer Lagerung so vollständig mit der grauen Süsswassermolasse der Schweiz überein, dass sie als die östliche Fortsetzung derselben betrachtet werden kann. Bei Kempten hat sie auch noch ziemlich gleiche Mächtigkeit mit der schweizer Ablagerung; allein nach Osten hin verschmälert sie sich, bis sie endlich zur Auskeilung gelangt.

Es sind besonders folgende Species, von denen die Blätter abstammen;

Cassia phaseolites Ung.	*Rhamnus Eridani Ung.*
Cinnamomum Scheuchzeri Heer	. . . . . *Decheni Web.*
. . . . *Rossmaessleri Heer*	*Myrica salicina Ung.*
. . . . *Buchii Heer*	*Ulmus minuta Göpp.*
. . . . *polymorphum Braun*	*Sapindus falcifolia Braun*
Ficus ducalis Heer	*Myrtus Dianae Heer.*

Der Landschneckenkalk von Ulm sowie die am Bodensee auftretende und von Schill beschriebene untere Süsswassermolasse dürften dieselbe bathrologische Stellung behaupten, wie diese Blättermolasse.

2. Obere Meeresmolasse. Sie wird hauptsächlich von dem vorerwähnten Muschelsandsteine gebildet, welcher vom Bodensee bis zum Peissenberge mit dem gleichnamigen Gesteine der Schweiz noch vollkommen identisch ist. Weiter nach Osten verliert sich jedoch diese Aehnlichkeit und das Gestein nimmt allmälig die Beschaffenheit der marinen Molasse Oberösterreichs an. Fassen wir die ganze, aus dem eigentlichen Muschelsandsteine und aus der lockeren Meeresmolasse bestehende Bildung zusammen, so erweist sie sich in der That als das Aequivalent der beiden Falüns von Léognan und Salles im Bassin der Gironde *).

Unter denen von Gümbel selbst gesammelten 103 Species befinden sich z. B. folgende auch bei Bordeaux vorkommende und oben S. 65 und 66 aufgeführte Formen;

Conchiferen.

Ostrea crassissima Lam.
Pecten Beudanti Bast.
. . . . *burdigalensis Lam.*
. . . . *opercularis Lam.*
Arca turonica Duj.
Pectunculus pilosus Lam.
Nucula laevigata Sow.
Cardium echinatum Lin.
. . . . . *multicostatum Brocc.*
. . . . . *saucatsense May.*
Mactra triangula Brocc.
Panopaea Menardi Desh.

Gastropoden.

Calyptraea deformis Lam.
Trochus Audebardi Bast.
. . . . . *patulus Brocc.*
Turritella cathedralis Brong.
. . . . . *terebralis Lam.*
. . . . . *turris Bast.*
Murex lingua bovis Bast.
Ranella marginata Sow.
Terebra pertusa Bast.
Ancillaria glandiformis Lam.
Oliva flammulata Lam.
Bulla lignaria Lam.

Ueberhaupt aber finden sich unter jenen 103 Species 92, welche auch anderwärts in der miocänen Formation bekannt sind, und zwar 83 untermiocäne Species, wodurch denn die Deutung dieser Molasse als einer miocänen Bildung vollkommen gerechtfertigt wird. Auch Fischzähne sind häufig, besonders von *Lamna cuspidata* und *L. contortidens;* von Crustaceen findet sich bisweilen *Balanus sulcata.*

Anm. 1. In der Schweiz werden der Muschelsandstein und die darüber liegende Meeresmolasse unterschieden; auch lässt sich diese Unterscheidung noch allenfalls bis zum Peissenberge hin geltend machen. Allein beide erscheinen durch Uebergänge mit einander sehr innig verknüpft, und weiterhin zu einem petrographisch wie paläontologisch ganz gleichartigen Schichtensysteme verschmolzen, so dass eine Trennung derselben für ihren ganzen Verlauf durch Bayern gar nicht durchzuführen ist.

Anm. 2. Bei Ortenburg, westlich von Passau, treten die Schichten der oberen Meeresmolasse am Nordrande der Hochebene zu Tage aus; die Fauna ist dort wesentlich dieselbe, und ausserdem reich an Foraminiferen und Ostracoden, welche von Egger im Neuen Jahrb. für Min. 1857, S. 266 ff. und 1858, S. 40 ff. beschrieben worden sind.

*) Vergl. oben S. 65. und 66.

3. Obere Süsswassermolasse. Ueber der Meeresmolasse folgen abermals Süsswasserbildungen, welche sich besonders durch zahlreiche Conglomeratschichten, durch Flinz, Mergel, Tegel und Schieferthon, aber auch durch das Auftreten von Braunkohlenflötzen auszeichnen, in deren Begleitung Süsswasser- und Landconchylien vorkommen, von welchen letzteren *Clausilia antiqua*, *Helix moguntina*, *H. subvillosa* und *H. punctigera* als die häufigeren zu erwähnen sind.

Die Pechkohlenflötze von Irrsee bei Kaufbeuern haben noch ausserdem

Unio Lavateri Mün.	*Cyclostoma scabrum Schüb.*
Cyclas cornea Lam.	*Planorbis declivis Braun*
Paludina vulgaris Pfeif.	. . . . . *laevis Klein*
. . . . . *thermalis Phil.*	. . . . . *solidus Thomae*

sowie *Cupressites Brongniarti* geliefert.

4. Knochenführender Sand. Diese durch Knochen von Mastodon, Rhinoceros und anderen Säugethieren ausgezeichnete Sand- und Geröll-Ablagerung, welche bei Ulm, Ingolstadt, Dachau und Regensburg die Süsswassermolasse bedeckt, macht den Schluss der tertiären Bildungen in der oberen Hochebene der Donau.

§. 457. *Molasseformation der Schweiz.*

Indem wir für die eocänen Bildungen der Schweiz auf die, S. 12 bis 18 und S. 27 gegebene Darstellung der Nummulitenformation verweisen, glauben wir noch den oligocänen und miocänen Bildungen derselben einen besonderen Paragraphen widmen zu müssen, weil solche mit den so eben betrachteten Bildungen der bayerischen Hochebene in unmittelbarem Zusammenhange stehen*).

Diese neogenen Tertiärformationen bilden jene mächtigen, über einen Raum von 152 Quadratmeilen verbreiteten Schichtensysteme, welche das Berg- und Hügelland zwischen den Alpen und dem Jura zusammensetzen, im Jorat 2850, im Rigi 5540, in der Pyramide des Speer 6020 Par. Fuss aufragen, und unter dem Namen der Molasseformation aufgeführt werden. Sie bestehen wesentlich aus mancherlei Sandsteinen oder der sogenannten Molasse, aus Conglomeraten oder der sogenannten Nagelfluh, und aus Kalkstein; Pechkohle und Gyps sind die wichtigsten untergeordneten Materialien.

1. Die Sandsteine oder Molassen treten in mancherlei Varietäten auf, welche theils räumlich gesondert, theils aber auch in denselben Gegenden abgelagert, und durch Gesteins-Uebergänge, oft auch durch Wechsellagerung mit einander verbunden sind.

*) Wir entlehnen die folgende Schilderung aus Studer's reichhaltigem Werke, Geologie der Schweiz, II, S. 345 ff., und aus Oswald Heer's Urwelt der Schweiz, 1865, S. 270 ff. Dass die kohlenführende Molasse am Fusse der bayerischen Alpen zu derselben Formation gehört, diess bewies Schafhäutl im Neuen Jahrb. für Min. 1846, S. 681 ff., und 1848, S. 641 ff.

Studer unterscheidet besonders folgende Varietäten.

a. Gemeine Molasse. Ein polygener Sandstein, welcher aus Körnern von Quarz, Kieselschiefer, Feldspath u. a. Mineralien und aus einem feinsandigen Mergelcäment besteht, welchem auch weisse Glimmerschuppen und grünlichschwarze Punkte (von Glaukonit?) beigemengt sind. Im frischen Zustande ist er meist blaulichgrau, und oft täuschend ähnlich einer körnigen Grauwacke, von welcher er sich jedoch durch seine leichte Zersprengbarkeit und dadurch unterscheidet, dass er mit Säuren stark aufbraust und bald zerfällt. Diese gemeine Molasse umschliesst zuweilen Knollen von Eisenkies oder Fragmente von Pechkohle, ist meist regelmässig in 3 bis 4 Fuss mächtige Bänke geschichtet, und findet sich ausgezeichnet in der Gegend von Lausanne, Freiburg, Bern und Luzern. An manchen Orten liefert sie einen trefflichen Baustein.

b. Dichte Molasse. Sie erscheint besonders in der Nähe der Alpen, ist fester, zerfällt in Säuren nur schwierig, und zeigt plattenförmige Schichtung, wie bei Luzern. Die meisten Varietäten sind ganz dicht, von grossmuscheligem Bruche, dunkel blaulichgrau oder bräunlichgrau bis lauchgrün, dünnschichtig, oft rhomboëdrisch zerklüftet, und auf den Klüften mit Kalkspath erfüllt. Auf den Schichtungsfugen und Spaltungsflächen bemerkt man oft braunen oder schwarzen Pflanzenstaub, wohl auch deutliche Pflanzenstängel. Diese Molasse wechselt oft mit Nagelfluh oder auch mit kirschrothen sandigen Mergeln.

c. Mergelige Molasse. Im Gebiete der gemeinen Molasse und mit ihr abwechselnd erscheinen, besonders nach dem Jura hin, oft bunte, zumal rothe und blaue, gelb gefleckte Mergel, welche an vielen Punkten schmale Lager von Pechkohle, in der Gegend von Genf auch Lager und Stöcke von Gyps umschliessen.

d. Knauer-Molasse. Sie findet sich besonders in den inneren Thälern des Jura, in Begleitung der mergeligen Molasse, und besteht aus lockerem Sande, welcher feste, seltsam gestaltete, knollige und wurzelähnliche Knauer oder Concretionen umschliesst, die oft lagenweise geordnet sind, und theils aus grobkörnigem Sandstein, theils aus dichtem grauem Kieselkalk, theils aus festem Mergelsandstein bestehen.

e. Muschelsandstein. Feste Sandsteine und Conglomerate, welche zahlreiche, oft zerbrochene Schalen mariner Conchylien, auch einzelne Lamnazähne und Knochenfragmente einschliessen. Die gewöhnlichen Varietäten sind hellbraun bis bräunlichweiss, bei vielem Thongehalte auch graulichblau, oder graulichgrün, indem sie oft von grünlichen Membranen oder von erbsengrossen Körnern eines grünen dichten Minerals erfüllt sind; sie liefern sehr gute Quader- und Trogsteine. Die Muscheltrümmer verdrängen oft streifenweise den Sandstein; auch kommen mit Kalkspath erfüllte Hohlräume von Gastropoden vor. Bisweilen erscheint das Gestein als ein Conglomerat aus nussgrossen Geröllen von Granit, Porphyr, Quarz und Kieselschiefer, mit einem von Muschelschutt und Sand gebildeten Cämente.

2. Nagelfluh. So nennt man in der Schweiz die groben Conglomerate der Molasseformation, deren Gerölle durch ein, meist sehr sparsames polygenes Sandsteincäment, bisweilen auch durch sandigen Mergel verkittet sind. Die Gerölle sind vollkommen abgerundet, gewöhnlich ei- bis faustgross, und zeigen nicht selten die merkwürdige Erscheinung, dass die härteren in den weicheren Eindrücke gebildet haben (I, 443); auch kommen zerborstene und zerquetschte Gerölle, sowie andere vor, die mit Rutschflächen versehen sind.

Studer unterscheidet besonders zwei Varietäten der Nagelfluh.

a. Bunte oder polygene Nagelfluh. Bunte Nagelfluh nennt Studer diejenigen Varietäten, deren Gerölle von mancherlei sehr verschiedenen Silicat-

gesteinen, von Quarzit, Glimmerschiefer, Gneiss, Granit, Horndblendschiefer, Porphyr, Serpentin, Gabbro u. s. w. geliefert worden sind. Mit Ausnahme der selten vorkommenden alpinischen Kalksteine, Gneisse und Glimmerschiefer sind alle diese Steinarten den Alpen fremd. Da nun ihre Gerölle nicht füglich aus dem Schwarzwalde hergeleitet werden können, so muss man wohl mit Studer annehmen, dass die betreffenden Gesteine früher am Nordrande der Alpen (so wie noch gegenwärtig am Südrande) anstehend vorhanden waren, das Material zu diesen Conglomeraten lieferten, und später durch eine, bei der Ueberschiebung der Kalkgebirge erfolgte Senkung von der Oberfläche verschwanden.

Diese polygene Nagelfluh zieht sich besonders am Nordrande der Alpen hin, wo sie zu bedeutenden Bergen aufsteigt, während sie am Jura nur wenig verbreitet und auch nicht als festes Conglomerat, sondern als loses Gestein, als blose Geröllmasse ausgebildet ist. Der 4950 Fuss hohe Napf, an der Gränze der Kantone Bern und Luzern, bildet einen Centralpunct ihres Vorkommens; auch am Rigi und Rossberge, am hohen Rohnen und im Kanton Appenzell ist sie bedeutend entwickelt.

b. Kalknagelfluh. Sie besteht vorwaltend aus Kalkstein- und Sandsteingeröllen, welche theils dunkelfarbig sind und dann aus den Alpen stammen, wie im Entlebuch, am Rigi und Rossberge, bei Stein in Toggenburg, theils den hellfarbigen Kalksteinen des Jura angehören, wie im Jura von Bern, Solothurn, Basel, Aargau und Zürich; Studer unterscheidet diese beiden Varietäten nach ihrer Position als subalpine und jurassische Kalknagelfluh.

3. Kalkstein. Derselbe erscheint im Vergleich zu der Molasse und Nagelfluh nur als ein sehr untergeordnetes Glied der ganzen Formation, und ist wesentlich als mariner und als limnischer Kalkstein zu unterscheiden.

a. Mariner Kalkstein. Braun bis weiss, dicht oder porös, fest, von unebenem Bruche, mit einzelnen Körnchen von Quarz und Kalkspath; die Conchylien sind meist nur als Steinkerne und Abdrücke vorhanden, doch die Hohlräume der Schalen oft mit Kalkspath erfüllt. Dieser Kalkstein ist auf die nördlichen Thäler des Jura von Bern, Solothurn und Basel beschränkt.

b. Limnischer Kalkstein. Dahin gehören die grauen oder braunen, bituminösen, zähen und schwer spaltbaren, aber an der Luft zerfallenden Kalksteine von Boudry, Oulens und Genf; dann die graulichweissen, mergeligen, weichen, nach unten mit dunkelgrauen Hornstein- und Menilitknollen versehenen Kalksteine von Locle, welche Leopold v. Buch zuerst beschrieb; auch mancherlei andere Kalksteine von Lachauxdefonds, Laufen, Delémont, Lörrach u. s. w. und endlich der wegen seiner vielen organischen Ueberreste berühmte Kalkstein von Oeningen.

Die Molasseformation zeigt in ihren beiden Hauptgliedern gewöhnlich die Lagerungsfolge, dass die eigentliche Molasse in den unteren, die Nagelfluh in den oberen Etagen vorwaltet, obgleich auch eine Wechsellagerung beider Gesteine und im Allgemeinen eine Auskeilung der Nagelfluh von Süden nach Norden hin Statt findet; wie denn überhaupt die ganze Formation vom Jura gegen die Alpen hin eine fortwährende und sehr bedeutende Zunahme ihrer Mächtigkeit erkennen lässt, so dass sie z. B. im Thale von Delsberg nur 200 bis 250, am Rigi aber mindestens 4000 Euss mächtig ist.

»Das Anwachsen dieser Trümmerbildungen zu einer so ungewöhnlichen Mächtigkeit setzt einen eben so tiefen, längs dem Rande der Alpen hinlaufenden und vom Wasser bedeckten Abgrund voraus, der von Sand und Geröllen allmählig ausgefüllt worden sein muss. Der Ursprung dieser Gerölle kann nur in einer Brandung gesucht werden; die Anhäufung so grober Kiesel längs dem Gebirge, und das

Auskeilen der Nagelfluh in der Molasse bei zunehmender Entfernung von demselben, verräth eine Küstenbildung. Jener tiefe Abgrund kann auf einmal, bei einer früheren Hebung der Alpen entstanden sein; es kann aber auch, während der Ablagerung der Nagelfluh, ihre Grundlage, zunächst an den Alpen, eine anhaltende langsame Senkung erlitten haben, und diese letztere Annahme ist wohl die wahrscheinlichere. Jedenfalls müssen, zur Zeit dieser Ablagerung, die Alpen über das Meer erhöht gewesen sein, weil die Molasse nicht in ihr Inneres eingedrungen ist.« Studer, a. a. O. S. 373.

Was nun die Lagerung dieser interessanten Formation betrifft, so lässt sie in ihrer subalpinen Zone, also dort, wo sie in grösster Mächtigkeit und mit vorwaltenden Conglomeraten dem nördlichen Rande der Alpen unmittelbar vorliegt, eine der wunderbarsten Erscheinungen wahrnehmen, in welcher sich uns die Wirkung jener gewaltigen Kräfte offenbart, die bei der letzten Erhebung der Alpen in Thätigkeit gewesen sind. Während nämlich die Molasseformation in grösserer Entfernung von den Alpen ziemlich horizontal gelagert ist, so zeigt sie in dem Abstande von einer bis anderthalb Meile auffallend gestörte Lagerungsformen, welche meist auf eine Sattelbildung oder eine antikline Zone zurückzuführen sind, bis sie endlich am Fusse der Kalkalpen unter die Massen der letzteren einschiesst. Hieraus folgt denn, dass durch die, bei der letzten Erhebung der Alpen von ihrer Axe ausgehende Lateralpressung nicht nur eine Faltung, Stauchung und Ueberkippung der Molasseformation, sondern auch zugleich eine Ueberschiebung der Kalkalpen verursacht worden sein muss.

Diese höchst merkwürdige Erscheinung, welche wir bereits in Bayern kennen gelernt haben (S. 103), ist durch die ganze Schweiz, von Savoien bis nach Appenzell, unter mancherlei verschiedenen Formen, aber im Allgemeinen doch immer in der angedeuteten Weise zu beobachten. Aber auch am Jura kommen ähnliche, wenn auch in kleinerem Maassstabe ausgebildete Verhältnisse vor, welche beweisen, dass die letzte Hebung auch dieser Gebirgskette erst nach der Bildung der Molasse eingetreten sein kann. Wir verweisen den Leser auf die interessante Znsammenstellung der hierher gehörigen Thatsachen, welche Studer a. a. O. S. 374—393 mitgetheilt hat. Besonders interessant ist die grosse antikline Zone, welche die ganze Molasseformation von Bayern aus durch die Schweiz bis an den Mont Salève, auf eine Länge von 50 geographischen Meilen durchsetzt. *Favre, Bull. de la soc. géol.* [2] *vol.* 19, 1862, *p.* 928 *f.*

Durch ihre organischen Ueberreste wird die Molasseformation der Schweiz als ein Schichtensystem charakterisirt, welches theils in einem Süsswassersee, theils im Meerwasser oder Brackwasser gebildet worden ist, weshalb denn zuvörderst limnische und marine Etagen zu unterscheiden sind. Eine genauere Vergleichung ihrer Fauna und Flora mit denen anderer Territorien lehrt aber, dass sie in der Hauptsache mit der Molasseformation Bayerns übereinstimmt und, gleichwie diese, theils der oligocänen, theils der miocänen Periode angehört. Die folgende Darstellung der Lagerungsfolge und der paläontologischen Charaktere ihrer Glieder entlehnen wir den neuesten Schilderungen, welche Oswald Heer in seinem herrlichen Werke, die Urwelt der Schweiz (1865) mitgetheilt hat.

Indem Heer die von Karl Mayer aufgestellte Eintheilung der Tertiärformationen (vergl. oben S. 10 f.) zu Grunde legt, unterscheidet er in der Molasse der Schweiz **fünf** verschiedene Stufen, von denen die beiden ersteren der oligocänen, die drei folgenden der miocänen Periode angehören.

I. **Oligocäne Molasse** der Schweiz.

Sie zerfällt in zwei Stufen, nämlich in die tongrische und aquitanische Stufe, welche der mittleren und oberen Oligocänformation entsprechen, während der Flysch gegenwärtig als das Aequivalent der unteren Oligocänformation, oder der mittleren, gypsführenden Süsswasserbildung des Pariser Bassins betrachtet wird.

1. **Tongrische Stufe.** Diess ist die **tiefste** Etage, welche durch ihre organischen Ueberreste als eine durchaus **marine** Bildung charakterisirt wird, und den von Gümbel in Bayern aufgeführten ältesten Meeresschichten (S. 106) vollkommen entspricht. Sie findet sich nur im Kanton Basel und von dort über Delsberg bis Pruntrut im Kanton Bern, und wurde in einem Meeresarme gebildet, welcher durch den elsasser Golf mit dem nordfranzösischen, belgischen und nordteutschen Meere zusammenhing. Daher lässt sich erwarten, dass viele ihrer organischen Ueberreste mit denen der gleichzeitigen dortigen Bildungen übereinstimmen werden; was denn auch wirklich der Fall ist. Denn nach Karl Mayer's Bestimmungen und Vergleichungen sind von 62 Mollusken-Species dieser Etage auch anderwärts 47 in der unteren, und 31 in der oberen Oligocänformation, aber nur 8 in den höchsten eocänen Schichten gefunden worden.

Als die wichtigsten dieser Species nennt Heer:

von **Brachiopoden**;

Terebratula opercularis Sow.
Terebratulina polydichotoma May.

von **Conchiferen**;

Ostrea callifera Lam.
. . . . *cyathula Lam.*
. . . . *longirostris Lam.*
Lucina Heberti Desh.
. . . . *squamosa Lam.*
. . . . *undulata Lam.*
. . . . *tenuistriata Héb.*
Cyrena semistriata Desh.
Pectunculus obovatus Lam.
. . . . *angusticostatus Lam.*
Cardium Raulini Desh.
. . . . . *tenuesulcatum Nyst*
Cytherea laevigata Lam.
. . . . . *incrassata Sow.*
. . . . . *splendida Mer.*

dazu gesellen sich Species von *Tellina, Pholadomya, Lithodomus* u. a.

von **Gastropoden**;

Cerithium plicatum Lam.
. . . . . . *lima Brug.*
. . . . . . *Lamarcki Desh.*
. . . . . . *Boblayei Desh.*
. . . . . . *dentatum Defr.*
Melania semidecussata Lam.
Pleurotoma belgica Goldf.
. . . . *Parkinsoni Desh.*
Natica crassatina Lam.
. . . . *Nystii Orb.*
. . . . *hantoniensis Sow.*

dazu noch Arten von *Patella, Trochus, Murex;* auch finden sich häufig Zähne von *Carcharodon megalodon* (bis zu 6 Zoll lang) und von *Lamna cuspidata,* sowie nicht selten Knochen und Zähne von *Halitherium Schinzii.*

2. **Aquitanische Stufe,** oder **untere Braunkohlenbildung.** Obwohl meist von der jüngeren Molasse bedeckt bildet diese Etage ohne Zweifel

eine stetige Ablagerung über den ganzen Grund des schweizer Molassenlandes. Sie ist in der Hauptsache als eine Süsswasserbildung charakterisirt, welche in Bayern durch die oben S. 107 unter Nr. 2 bis 5 aufgeführten Schichtensysteme vertreten wird. Gleichwie aber dort in diesen Schichtensystemen auch brackische und selbst marine Schichten zur Entwickelung gelangten, so breitete sich längs der schweizer Alpen ebenfalls während derselben Periode eine Brackwasser-Lagune aus, auf deren Grunde Schichten gebildet wurden, in welchen sich bei Ralligen

Cyrena convexa Br.	*Cardium Heerii May.*
. . . . . *thunensis May.*	. . . . . *arcula May.*
Dreissenia Basteroti Desh.	*Lutraria sanna Bast.*

eine *Nucula* und zwei Arten von *Melanopsis* vorfinden.

In der westlichen Schweiz, wo diese Etage am stärksten entwickelt ist, besteht sie zu unterst aus rothen und bunten Mergeln, der sogenannten rothen Molasse, welche stellenweise bis 1000 Fuss mächtig wird, dann aus Sandsteinen und Mergeln mit Braunkohlen (Pechkohle), wie z. B. am Genfer See, wo bei Lutry im Thale der Paudèze und bei Monod unweit Cully viele Pflanzenreste vorkommen. Aus der östlichen Schweiz gehören hierher die Braunkohlen des hohen Rohnen und der Rufi bei Schännis; auch die Conglomerate oder Nagelfluhen nehmen in diesen östlichen Gegenden einen wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung dieser Stufe.

Während von thierischen Ueberresten ausser einigen Land- und Süsswasser-Conchylien nur noch Knochen von Säugethieren (meist Pachydermen, Wiederkäuern und Nagethieren) vorkommen, so lieferte diese Etage bereits 336 Species von Pflanzen, darunter 186 ihr eigenthümliche Species, von denen Heer als vorzüglich verbreitete Leitpflanzen die folgenden 10 hervorhebt*):

Aspidium dalmaticum Braun	*Dryandroides hakeaefolia Ung.*
Pteris pennaeformis Heer	. . . . *laevigata Heer*
Podocarpus eocaenica Ung.	*Zizyphus Ungeri Heer*
Quercus furcinervis Rossm.	*Juglans Ungeri Heer*
Dryandra Schrankii Sternb.	*Palaeolobium Sotzkianum Ung.*

Von anderen Pflanzen, welche diese Etage mit der nächst folgenden gemeinschaftlich besitzt, daher sie für beide als Leitpflanzen gelten können, sind besonders wichtig:

Sequoia Langsdorfii Braun	*Cinnamomum spectabile Heer*
Woodwardia Rössneriana Ung.	*Banksia longifolia Ung.*
Sabal major Ung.	*Dryandroides banksiaefolia Ung.*
Cyperus Chavannesi Heer	*Grewia crenata Ung.*
. . . . . *reticulatus Heer*	*Rhamnus Gaudini Heer*
Carpinus grandis Ung.	*Rhus Meriani Heer*
Laurus primigenia Ung.	. . . *Brunneri Heer.*

II. Miocäne Molasse der Schweiz.

Diese Abtheilung beginnt als Mainzer Stufe mit der sogenannten grauen Molasse, einer Süsswasserbildung, mit welcher jedoch ein marines Glied ver-

*) In seiner *Flora tertiaria Helvetiae, III,* 287.

bunden ist; dann folgt die helvetische Stufe, eine entschiedene Meeresbildung, und endlich die Oeninger (oder Tortonaische) Stufe, als eine durchaus limnische Bildung.

1. Mainzer Stufe. Sie wird wesentlich durch die graue Molasse, eine mehre hundert Fuss mächtige Süsswasser-Etage repräsentirt, welche sich über die ganze westliche Schweiz verbreitet, aber auch längs der alpinen Zone bis nach St. Gallen und Appenzell vorfindet, und der von Gümbel aufgeführten gelbgrauen Blättermolasse Bayerns (S. 110) entspricht. An der nördlichen Gränze der Schweiz tritt ein hierher gehöriger Streifen von mariner Molasse auf, welcher sich vom Kanton Basel durch das Frickthal und den Klettgau bis an den Randen bei Schaffhausen verfolgen lässt, von wo aus er sich weiter über Donaueschingen bis Nördlingen zieht.

Nach Karl Mayer stimmt die Fauna dieser marinen Zone vollkommen überein mit jener der Touraine; Heer nennt beispielsweise:

Venus clathrata Duj.	*Cerithium lignitarum Eichw.*
Arca Okeni May.	. . . . . . *papaveraceum Bast.*
Nerita Plutonis Bast.	. . . . . . *mediterraneum Desh.*
Columbella curta Bell.	*Murex turonensis Duj.*
. . . . . . *miocaenica May.*	. . . . *plicatus Brocc.*
Turritella turris Bast.	. . . . *erinaceus Lin.*

Die graue Molasse führt zwar keine Kohlenflötze, umschliesst aber oft Pflanzenreste, darunter 58 ihr eigenthümliche Arten, von denen Heer *Terminalia Radobojensis Ung.*, *Apeibopsis Laharpii Heer* und *A. Gaudini Heer* als Leitpflanzen hervorhebt; einige andere, mit der vorhergehenden Stufe gemeinschaftliche Leitpflanzen sind bei dieser genannt worden; mit den folgenden Stufen theilt die graue Molasse

Populus balsamoides Göpp.	*Ficus tiliaefolia Braun*
Myrica salicina Ung.	*Robinia Regeli Heer*

als bezeichnende Pflanzen.

2. Helvetische Stufe. Eine entschiedene Meeresbildung zieht sich einerseits als Muschelsandstein von der Perte du Rhône längs den Ufern des Genfer Sees über Lausanne durch die Kantone Waadt, Freiburg, Bern u. s. w. bis an den Randen bei Schaffhausen; anderseits bildet sie als sogenannte subalpine Molasse einen Streifen mariner Sandsteine von der Saane über Luzern u. s. w. bis nach St. Gallen und Rorschach. Wahrscheinlich erfüllte das Meer zur Zeit ihrer Bildung das ganze Gebiet der Molasse von der alpinen Zone bis zum Jura, drang aber auch bei Delsberg und Lachauxdefonds in den Jura selbst ein.

Die Schichten der helvetischen Stufe treten uns also in zwei, etwas verschiedenen Formen entgegen, nämlich als Muschelsandstein und als subalpine Molasse, deren Verschiedenheit vielleicht darin begründet ist, dass der Muschelsandstein mehr eine unruhige Strandbildung, die subalpine Molasse dagegen eine ruhiger erfolgte Bildung war. Beide lassen sich jedoch nach ihren paläontologischen Verhältnissen vereinigen, und entsprechen in dieser ihrer Vereinigung vollkommen der oberen Meeresmolasse Bayerns (S. 111), wie solches von Gümbel ausgesprochen worden ist.

Diese Stufe ist sehr reich an Conchylien, durch deren genaue Untersuchung

Karl Mayer auf folgende Resultate geführt worden ist. Der Muschelsandstein enthält 218, die subalpine Molasse 360 Species; beiden gemeinschaftlich sind 141 Species. Der Muschelsandstein theilt also ²/₃ seiner Species mit der subalpinen Molasse, oder dieser fehlen nur 77 Species des Muschelsandsteins, von welchen jedoch 53 auch anderwärts in der helvetischen Stufe bekannt sind. Beide gehören daher wohl derselben Bildungszeit an. Von den 218 Species des Muschelsandsteins sind 76, oder 35 Procent, noch gegenwärtig lebende; von den 360 Species der subalpinen Molasse leben aber noch 125 Species, was abermals 35 Procent ergiebt. Beide Faunen stehen also genau in demselben Verhältnisse zu der jetzt lebenden Molluskenfauna, was ebenfalls für die Vereinigung beider Schichtensysteme spricht. Da sich ausser vielen mittelmeerischen Formen auch noch viele tropische Species vorfinden, so hat die Fauna dieser Stufe einen mehr südlichen Charakter, als die jetzige Fauna des Mittelmeeres.

Die wichtigsten Species, welche Heer nach Karl Mayer aufführt, sind die folgenden.

Brachiopoden.

Terebratula Buchii Mich.
Terebratula miocaenica Mich.

Conchiferen.

Ostrea edulis Lin.
. . . . virginica Lam.
. . . . crassissima Lam.
Pecten burdigalensis Lam.
. . . . Cypris Orb.
. . . . palmatus Lam.
. . . . pusio Lam.
. . . . scabrellus Lam.
. . . . solarium Lam.
Lima inflata Lam.
. . . squamosa Lam.
Pectunculus insubricus Risso
. . . . pilosus Lam.
Arca lactea Lin.
. . . barbata Lin.
Cardita calyculata Lam.
. . . . antiquata Lin.
Cardium edule Lin.
. . . . . oblongum Chem.
. . . . . tuberculatum Lin.
Isocardia cor Lam.
Dosinia Adansoni Phil.
. . . . . lincta Pult.
. . . . . exoleta Gray
Venus plicata Gm.
. . . . multilamella Lam.
. . . . ovata Mont.
. . . . casina Lin.
. . . . verrucosa Lin.
Cytherea minima Mont.
. . . . . rudis Phil.
Psammobia Labordei Bast.
. . . . uniradiata Brocc.
Tellina senegallensis Hanl.
. . . . lacunosa Chem.
. . . . crassa Gm.
Corbula revoluta Brocc.
. . . . . carinata Duj.
. . . . . gibba Olivi
Pholadomya helvetica May.
. . . . arcuata Lam.
Lutraria sanna Bast.
Saxicava arctica Phil.
Panopaea Menardi Desh.
Pholas rugosa Brocc.
. . . . cylindrica Sow.
Teredo norvegica Speng.
Petricola lithophaga Retz.

Gastropoden.

Conus betulinoides Lam.
. . . . Aldrovandi Brocc.
. . . . figulinus Lam.
. . . . antediluvianus Brug.
. . . . ventricosus Bronn
Cypraea europaea Mont.
Cypraea pyrum Gm.
. . . . . sanguinolenta Gm.
Erato laevis Don.
Voluta bernensis May.
Mitra scrobiculata Brocc.
. . . striatula Brocc.

Mitra fusiformis Brocc.
Cassis saburon Lam.
Chenopus pes pelicani Phil.
Murex truncutus Lin.
Fusus rostratus Olivi
Cancellaria cancellata Lin.
. . . . . . *piscatoria Defr.*
Pleurotoma ramosa Bast.
. . . . . . *gradata Defr.*
. . . . . . *granulatocincta Münst.*
Cerithium mediterraneum Desh.
. . . . . . *scabrum Olivi*
Pyrula rusticula Bast.
. . . . *clava Bast.*
Ranella marginata Brong.
. . . . *scrobiculata Kien.*
Turritella turris Bast.
. . . . . . *Archimedis Brong.*
Xenophora turicensis May.
. . . . . . *Deshayesi Mich.*
Solarium carocollatum Lam.
. . . . . *simplex Bronn*
Vermetus arenarius Lam.
. . . . . *intortus Lam.*
Natica millepunctata Lam.
. . . . *helicina Brocc.*
. . . . *Josephinia Ris.*
Delphinula helvetica May.
Sigaretus clathratus Récl.
Patella helvetica May.
Crepidula unguiformis Lam.
Dentalium entalis Gm.
. . . . . . *incrassatum Sow.*
. . . . . . *fossile Gm.*
. . . . . . *mutabile Dod.*
. . . . . . *Michelottii Hörn.*

Crustaceen.

Balanus tintinnabulum Lin.

Dazu gesellen sich Zähne von *Carcharodon megalodon, C. polygyrus, C. Escheri, Lamna cuspidata, L. contortidens,* von *Oxyrhina* und *Notidanus,* auch Knochen von *Halitherium* und Delphinen. Von Pflanzen ist besonders *Banksia Deikeana Heer* sehr charakteristisch.

3. Oeninger Stufe, oder obere Braunkohlenbildung. Eine entschiedene Süsswasserbildung, welche in der östlichen Schweiz die vorhergehende marine Stufe meist bedeckt, und das Hügelland der Kantone Zürich und Thurgau bildet; sie besteht dort wesentlich aus weissen Sandsteinen, Mergeln, Kalksteinen, bituminösem Stinkkalk mit Limnäen, Planorben, Unionen, Heliciten, und einem oder ein paar Flötzen von Pechkohle, dergleichen besonders bei Käpfnach, Elgg, Eglisau, Herderen und Niederutzwyl bekannt sind. In der westlichen Schweiz, wo die graue und die marine Molasse meist zu Tage austreten, gehören hierher nur die Süsswasserkalksteine von Locle und Lachaudefonds im Kanton Neuchâtel, sowie jene von Montavon und Vermes in der Gegend von Delsberg. Endlich ist auch die, durch ihre zahlreichen und wohl erhaltenen Fossilien so berühmte Ablagerung von Oeningen, oberhalb Stein am Untersee, hierher zu rechnen, obwohl solche nicht in der Schweiz, sondern im angränzenden Seekreise des Grossherzogthums Baden liegt.

Eine halbe Stunde von Oeningen, am Abhange des Schienenberges liegen die beiden Steinbrüche, welche eine so reiche Flora und Fauna geliefert haben, der eine 550, der andere 700 Fuss über dem Spiegel des Bodensees. Die fast horizontalen Schichten sind meist kalkiger, und nur zum kleinen Theile thoniger Natur, plattenförmig und selbst schieferig, wodurch sie sich gar sehr von dem in der Gegend herrschenden, gelblichen und dickschichtigen Molassesandstein unterscheiden, dem sie aufgelagert sind. Sie wurden offenbar am Ende der miocänen Periode in einem kleinen, isolirten See abgesetzt. Ueber einem blaulichgrauen Mergel, welcher noch mit Sandsteinen wechselt, liegt der sogenannte Kesselstein, ein Kalkstein, welcher die reichste Fundstätte von Pflanzen und Insecten bildet.

Aber auch andere, mit besonderen Namen belegte Schichten liefern viele und mancherlei Fossilien.

Man kennt gegenwärtig von Oeningen allein 475 Pflanzenformen, über welche Heer in seiner *Flora tertiaria Helvetiae* ausführliche Belehrung giebt. Für die Oeninger Stufe überhaupt aber nennt er als ausschliesslich charakteristische Species:

Potamogeton geniculatus Braun	*Laurus princeps Heer*
Populus mutabilis Heer	*Persea Braunii Heer*
Carpinus pyramidalis Göpp.	*Ilex berberidifolia Heer*
Ulmus minuta Heer	*Colutea antiqua Heer*
. . . . *Braunii Heer*	*Dalbergia nostratum*

und die Podogonien.

Ferner hat Oeningen allein schon 922 Thierformen, und zwar meistentheils Insecten geliefert. Von Mollusken finden sich mehre Land- und Süsswasser-Conchylien (besonders *Helix moguntina* und *Anodonta Lavateri*), von Crustaceen *Cypris faba*, aber sehr wenig eigentliche Krebse; von Arachniden 28, von Insecten 844 Species, und zwar ganz vorwaltend Käfer, nächstdem viele Schnabelkerfe und Ameisen; von Wirbelthieren 32 Fische, darunter besonders häufig *Leuciscus oeningensis, L. latiusculus* und *L. helveticus;* von Reptilien der Riesensalamander *Andrias Scheuchzeri*, und der Riesenfrosch *Latonia Seyfriedii*, Schildkröten und Reste von Kröten, Schlangen und Crocodilen; von Säugethieren *Mastodon angustidens, Palaeomeryx, Lagomys* u. a.

Anmerkung. Was die Flora der schweizer Molasseformation überhaupt betrifft, so begreift dieselbe 920 Arten, darunter 291 Bäume und 242 Sträucher, also dreiviertel an Holzpflanzen. Heer bemerkt, dass ungefähr der elfte Theil dieser Pflanzenarten durch die ganze Molasse, d. h. durch alle ihre Stufen hindurchgeht, und hebt als die wichtigsten derselben die folgenden 22 Species hervor*):

Chara Meriani Braun	*Dryandroides lignitum Ung.*
. . . . *Escheri Braun*	*Diospyros brachysepala Braun*
Taxodium dubium Sternb.	**Acer trilobatum Sternb.*
**Glyptostrobus europaeus Braun*	. . . *angustilobum Heer*
**Arundo Göpperti Münst.*	. . . *decipiens Braun*
**Phragmites oeningensis Braun*	*Sapindus falcifolius Braun*
Typha latissima Braun	*Berchemia multinervis Braun*
**Liquidambar europaeum Braun*	**Juglans acuminata Braun*
**Planera Ungeri Ett.*	* . . . . *bilinica Braun*
**Cinnamomum Scheuchzeri Heer*	*Cassia phaseolites Ung.*
* . . . . . . *polymorphum Braun*	. . . . *lignitum Ung.*

Von diesen sind die mit einem * bezeichneten die häufigsten, sowohl in wie ausserhalb der Schweiz. Die beiden wichtigsten Species sind *Cinnamomum Scheuchzeri* und *C. polymorphum*, und die nächst häufigste Form ist *Acer trilobatum.* Von den 920 Arten, welche Heer in seinem Werke abgebildet hat, sind 70 sehr unvollständig bekannt; sonach bleiben 850 wohlbestimmte Arten für die oligocäne und miocäne Flora der Schweiz.

*) *Flora tert. Helv. III, p.* 286.

Sechstes Kapitel.

Einige Tertiärbildungen in der österreichischen Monarchie.

§. 458. *Nummuliten- und Flyschformation in Istrien.*

Indem wir uns zur Betrachtung einiger Tertiärbildungen des österreichischen Kaiserstaates wenden, scheint es uns zweckmässig, zunächst eine kurze Schilderung der auf der Halbinsel Istrien abgelagerten Nummulitenformation einzuschalten, welche daselbst unter sehr interessanten Verhältnissen über der Kreideformation erscheint*).

Zwischen denen, von der Kreideformation gebildeten Massen des über 5600 Fuss hohen Schneeberger Waldgebirges und des 4100 Fuss hohen Birnbaumer Waldes in Krain einerseits, und dem südlichen Karstlande der istrischen Halbinsel anderseits breitet sich, jedoch unterbrochen durch das Karstgebirge der Tschitscherei und den Triestiner Karst, die eocäne Tertiärformation aus, welche auf dem Festlande, südlich vom Triestiner und Tschitscher Karste, die grosse Doppelmulde von Capo d'Istria und Pisino, nordöstlich von den genannten beiden Karstgebieten aber die, in das Spaltenthal von Buccari weit nach Südosten verlängerte Mulde der Recca, das Gebiet des Poik und die Mulde des Wipbachgebietes erfüllt.

Es sind besonders Foraminiferen-Kalksteine und Flysch, welche diese eocäne Formation zusammensetzen, deren Bergformen und Colorit von jenen der angränzenden Kreideformation sehr verschieden sind. Der Unterschied in der Physiognomie des hellfarbigen, schroff contourirten Karstlandes, und des dunkleren, sanft undulirten Flyschlandes giebt sich in besonders auffallender Weise zu erkennen, während der Nummulitenkalkstein an den Rändern der Flyschgebiete in schmalen Zonen hervortritt, welche, bisweilen zu kahlen kegelförmigen Gipfeln ausgezackt, gleichfalls einen eigenthümlichen Formentypus behaupten. Ausserdem erscheint aber auch in Istrien, wie in so vielen Regionen der Nummulitenformation, an ihrer Basis eine kohlenführende Süsswasserbildung, mit welcher die eocäne Formation eröffnet worden ist.

1. Süsswasserbildung, (Cosinaschichten). Fast überall in Istrien folgt unmittelbar auf die Kreideformation der Karstlandschaften eine durch ihre Kohlenführung, sowie durch ihre limnische oder brackische Fauna, und durch Spuren von Landpflanzen ausgezeichnete Süsswasserbildung, welche nach dem östlich von Triest gelegenen Orte Cosina, wo sie besonders gut entwickelt ist, auch unter dem Namen der Cosinaschichten aufgeführt wird.

Dieselbe besteht nach unten aus Thon, Schieferthon, bituminösem Mergel und Mergelschiefer, nebst Steinkohle, welche letztere zwar von grosser Güte ist, aber meist nur in schmalen Flötzen oder in kleinen linsenförmigen Stöcken auftritt, weshalb fast nur bei Carpona unweit Albona ein regelmässiger Bergbau

*) Wir entlehnen diese Schilderung aus den Abhandlungen des Doctor Guido Stache.

auf ihr getrieben wird, obgleich sie auch an vielen anderen Orten vorkommt. Ueber dieser kohlenführenden Abtheilung liegen dunkel rauchgraue oder bituminöse, theils mergelige, theils kieselige Kalksteine und Kalkschiefer *), welche Süsswasser-Conchylien (besonders Melanien und Paludinen) und von Pflanzenresten namentlich mehre Chara-Arten enthalten.

2. Foraminiferen-Kalkstein. Diese durchaus marine Etage lässt da, wo sie am vollständigsten entwickelt ist, drei verschiedene Glieder unterscheiden, welche nicht nur petrographisch, sondern auch paläontologisch charakterisirt sind.

Das untere Glied besteht aus theils dickschichtigen, theils plattenförmigen und selbst schieferigen Kalksteinen, welche oft noch mehr oder weniger bituminös, und von kleinen Foraminiferen aus der Familie der Milioliden erfüllt sind; ausserdem bilden Korallen in bankförmiger Vertheilung, Austern und sehr grosse Cerithien die besonders hervorstechenden Fossilien.

Das mittlere, fast nirgends fehlende Glied wird von plattenförmigen, sehr spröden, hell gelblichen oder röthlichen Kalkschiefern gebildet, in denen die rundlichen Formen der Alveolinen ausserordentlich vorwalten, zu welchen sich nur selten auch Orbituliten und Nummuliten gesellen.

Das obere Glied endlich, welches eine ähnliche allgemeine Verbreitung zeigt, besteht aus eigentlichen Nummulitenkalksteinen von meist licht gelblicher oder graulichweisser Farbe, dichter oder feinkörniger Textur, und bankförmiger oder klotzähnlicher Absonderung. Die Nummuliten sind hier ganz vorherrschend; mächtige Kalksteinmassen werden fast nur von ihnen gebildet, während Alveolinen und Orbituliten nur sparsam zwischen ihnen, andere organische Ueberreste aber, wie z. B. Korallen, Echiniden, Brachiopoden und Austern nur stellenweise häufiger erscheinen.

3. Flysch. Diese oberste Abtheilung der istrianer Tertiärschichten zerfällt in zwei, durch ihre petrographischen und paläontologischen Eigenschaften sehr wohl unterschiedene Gruppen.

Die untere Gruppe wird anfangs noch vorherrschend von kalkigen Mergeln und Mergelschiefern, sowie von fossilreichen, festen, dickschichtigen Kalkstein-Conglomeraten und Breccien gebildet; allein weiter aufwärts wechseln diese Gesteine immer mehr mit Sandstein- und Mergelschichten, welche schon alle Eigenschaften des Flysches besitzen, weshalb denn eine scharfe Gränze zwischen dieser und der folgenden Gruppe kaum gezogen werden kann **).

---

*) In ihrer südlichen Fortsetzung, auf der Insel Lussin, nehmen diese Kalksteine schon ganz den Charakter der in Dalmatien auftretenden Schichten an, indem sie hellgelb und dünnschieferig erscheinen.

**) Dies erinnert an die auch anderwärts an der Gränze des Nummulitenkalkes und Flysches vorkommende Wechsellagerung der beiderlei Schichten, wie z. B. im Starzlachtobel am Grünten (vergl. S. 97 unten). Murchison hat schon in seiner Abhandlung *On the structure of the Alps* auf dergleichen Erscheinungen aufmerksam gemacht. — Bei dieser Gelegenheit wollen wir hier noch erwähnen, dass die Parallelisirung des Flysches mit der gypsführenden Süsswasserbildung des Pariser Bassins von Delbos bereits im Jahre 1854 aufgestellt worden ist; nach *Comptes rendus, t.* 61, 1865, *p.* 597.

Als tiefste Schichten dieser Gruppe erscheinen graue, unvollkommen schieferige oder plattenförmige Kalkmergel, in welchen die Nummuliten fast gänzlich vermisst, dafür aber kurzschwänzige Krebse gefunden werden. Die darüber folgenden Kalkstein-Conglomerate und Breccien aber, sowie die mit ihnen wechselnden mergelig-sandigen Schichten enthalten noch viele Nummuliten und andere Foraminiferen, dazu viele Korallen, Echiniden, Conchiferen und Gastropoden, auch Zähne und Wirbel von Haifischen.

Die obere Gruppe besteht aus dem eigentlichen Flysch, einem Systeme von abwechselnden Schichten eines festen, dickschichtigen, vielfach als Baustein benutzten Sandsteins, und eines weichen Sandsteins und Mergelschiefers, welche beide in dünnen Schichten auftreten, und von den dortigen Steinbrechern Tassello genannt werden. Dieser Flysch enthält so gut wie gar keine thierischen Ueberreste, sondern nur Fucoiden, sowie hier und da eingeschwemmte Stamm- und Aststücke von Landpflanzen. Uebrigens bildet er an der Oberfläche die vorwaltende Ausfüllungsmasse aller dasigen Eocänmulden.

Was nun die Lagerungsverhältnisse dieser Tertiärbildungen Istriens betrifft, so sind solche deshalb besonders interessant, weil sie uns die normale, ursprüngliche, und die abnorme, durch Ueberkippung der Schichten verursachte Lagerungsfolge zugleich vorführen. Die oben genannten Eocänmulden haben nämlich eine vorwaltende Längenausdehnung von Nordwest nach Südost, und werden zu beiden Seiten von den Kreidegesteinen der Karstgebiete eingefasst; das herrschende Streichen der Schichten aller Formationen findet gleichfalls von Nordwest nach Südost Statt, wie denn auch der allgemeine Verlauf der Höhenzüge des Landes nach derselben Richtung orientirt ist.

An den südwestlichen Rändern der Mulden ist nun die normale Lagerungsfolge erhalten; dort liegen also die Kreidekalksteine unter den Nummulitenschichten, und diese unter dem Flysche. So sieht man es am nordöstlichen Abhange des Triestiner Karstes oder am südwestlichen Rande der Mulde des Wipbachthales; ebenso am nordöstlichen Abhange des Tschitscher Karstes oder am Südwestrande der Mulde der Recca, und ebenso längs des nordöstlichen Karstrandes Südistriens, durch das ganze Land von Salvore bis zum Lago di Cepich.

Dagegen ist an den nordöstlichen Rändern der Mulden die Lagerungsfolge grossentheils abnorm, so dass dort die Kreideformation über dem Nummulitenkalksteine, und dieser über dem Flysche gelagert erscheint. Diess findet sich sehr auffallend am nordöstlichen Rande der Wipbachmulde bestätigt, wo die steilen Gehänge der Nanosberge aufragen, sowie am nordöstlichen Rande der Reccamulde, wo solche vom Schneeberger Karste begränzt wird; auch am südlichen Theile des Tschitscher Karstes, zwischen dem Monte maggiore und Clanitz, ist noch die überkippte Lagerung der Karstkalksteine über den eocänen Gesteinen die durchgängige Regel, während am südwestlichen Rande des Triestiner Karstes eine fast verticale, also gleichsam neutrale Nebeneinanderstellung der Formationen Statt findet.

Die in diesen Ueberkippungen der nordöstlichen Muldenränder sich kund

gebende Faltung der Schichten wiederholt sich übrigens auch noch in den inneren Regionen der Mulden, wo namentlich der Flysch die manchfaltigsten wellenförmigen Biegungen und zickzackförmigen Faltungen zeigt, so dass der Bau des ganzen Landes, im Grossen wie im Kleinen, durch diese gefalteten, und von Nordwesten nach Südosten streichenden Schichtensysteme bestimmt wird. Da diese Faltung ebenso die Kreideformation wie die Eocänformation betroffen hat, so können die gewaltsamen und grossartigen Bewegungen, durch welche sie hervorgebracht wurde, erst am Ende der Eocänperiode eingetreten sein, und müssen gleichzeitig beide Formationen ergriffen haben.

Nach den von Stache ausgeführten Untersuchungen wiederholt sich in Dalmatien genau dieselbe Architektur. Auch dort bildet die Kreideformation lange, parallele, von NW. nach SO. streichende Falten mit oft steiler und selbst überkippter Schichtenstellung; auch dort sind die zwischen diesen Falten eingesenkten Wellenthäler von den Schichten der Eocänformation erfüllt, welche sich den Kreideschichten conform gelagert zeigen, während die dort vorhandenen jüngeren Tertiärschichten in discordanter Lagerung über ihnen ausgebreitet sind; auch dort steht endlich die allgemeine Configuration des Landes und der vorliegenden langgestreckten Inseln im genauesten Zusammenhange mit den merkwürdigen geotektonischen Verhältnissen der genannten beiden älteren Formationen.

§. 459. *Tertiärformation des Wiener Bassins.*

Wir wenden uns jetzt zur Betrachtung der grossentheils miocänen oder älteren neogenen Bildungen des Bassins von Wien, weil solches unter den teutschen Territorien dieser Art am genauesten erforscht und daher ganz vorzüglich geeignet ist, als Beispiel aufgeführt und geschildert zu werden.

Die Wiener Tertiärformation dehnt sich über einen bedeutenden Flächenraum aus, indem sie zunächst das zwischen dem böhmisch-mährischen Gebirge, den Karpathen und den nordöstlichen Alpen liegende Wiener Bassin erfüllt, welches sich in nordsüdlicher Richtung von Olmütz bis nach Oedenburg, in ostwestlicher Richtung von Theben bis nach Melk erstreckt, und durch die Donau in zwei Hälften von sehr ungleicher Ausdehnung getheilt wird. Für den grösseren, nördlichen Theil ist die March der Hauptfluss, daher man ihn das Marchbecken nennen könnte; der kleinere südliche Theil besteht aus den beiden Buchten von Wien und St. Pölten, welche durch den breiten, zwischen Wienerisch-Neustadt und St. Pölten nach Nordosten gegen Korneuburg vordringenden Keil älterer Gesteine getrennt werden.

Eigentlich ist aber dieses ganze Wiener Bassin nur als eine Bucht des weit grösseren ungarischen Bassins zu betrachten, mit welchem es bei Oedenburg sowie zwischen dem Leithagebirge und Haimburg unmittelbar zusammenhängt. Nach Westen aber steht es in der Gegend von Melk mit dem oberen Donaubecken in Zusammenhang. Dasselbe stellt sich daher, wie Hörnes sagt, als ein Verbindungsglied des oberen Donaubeckens mit dem ungarischen Becken dar, etwa so, wie gegenwärtig das Marmara-Meer das ägäische mit dem schwarzen Meere verbindet. Unstreitig hat in der miocänen Periode ein ausgedehntes Meer den mittleren Theil Europas bedeckt, von Dax und Bordeaux bis nach Lapugy und Dobra in Siebenbürgen, sowie bis nach Belgrad in Serbien. Die Fauna aller in diesem Meere

abgesetzten Tertiärbildungen ist wesentlich dieselbe, und bei Lapugy finden sich die Conchylien derselben in grosser Fülle und in einem trefflichen Zustande der Erhaltung. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, V, 1854, S. 887. Uebrigens ist es wohl kaum mehr zu bezweifeln, dass die mächtige, dem Zuge der Karpathen folgende, und durch ihren Reichthum an Steinsalz ausgezeichnete Tertiärbildung Galiziens hauptsächlich derselben Formation angehört, welche in dem Wiener Bassin niedergelegt ist.

In diesem Bassin zeigt nun die Formation besonders folgende verschiedene Gesteine:

1) Conglomerate und Gerölle, z. Th. mit Braunkohlen,
2) Tegel, mächtige Thonablagerungen,
3) Sand, z. Th. mit Braunkohlen,
4) Leithakalk, welcher jedoch in verschiedenen Varietäten auftritt*).

1. Eine Ablagerung von klastischen Gesteinen, von Geröll und Sand, dürfte nach Partsch, als die eigentliche wasserführende Etage, die ganze Tertiärformation eröffnen; sie gewinnt noch ausserdem eine technische Wichtigkeit durch das Vorkommen sehr schöner Kohlen.

Am Leithagebirge und Rosaliengebirge, da sind mehrorts (wie z. B. bei Schleinz, Schauerleiten, Sebenstein, Klingenfurth, bei Rohrbach in Ungarn) diese tiefsten Schichten durch spätere Hebungen in geneigter Stellung zu Tage heraufgedrängt worden. Sie liegen unmittelbar auf Gneiss oder Glimmerschiefer und enthalten Flötze einer schwarzen, im Bruche muscheligen und glänzenden Braunkohle, welche bei Schauerleiten 6, bei Klingenfurth 7 bis 8, ja in Brennberg bei Oedenburg sogar 60 bis 120 Fuss mächtig sind, und oft von bituminösen Schiefern begleitet werden. Zu dieser kohlenführenden Etage gehören auch die Kohlen von Gloggnitz, die mächtigen Flötze von Leoben, Bruck und Judenburg in Steiermark, so wie jene von Komorn und Gran in Ungarn.

2. Die zweite, in grosser Ausdehnung, Mächtigkeit und mehrfacher Wiederholung nachgewiesene Gesteinsart wird von dem sogenannten Tegel gebildet, einem plastischen Thone von blaulich- oder grünlichgrauer Farbe, welcher stets feine Glimmerschuppen und etwas Quarzsand, auch ein wenig kohlensauren Kalk enthält, und daher mit Säuren braust. Nur in den oberen Schichten erscheint er als Schieferthon, weiter abwärts verliert er diese Beschaffenheit, wechselt aber mit Schichten von Quarzsand, zuweilen auch mit Geröllschichten. Er erlangt eine Mächtigkeit von mehren hundert Fuss, ist in hydroökonomischer Hinsicht sehr wichtig, indem er die Anlage von artesischen Brunnen begünstigt, und enthält an manchen Punkten, wie bei Baden, Möllersdorf, Vöslau u. a. O., zahlreiche und sehr wohl erhaltene Fossilien. Auch Gypskrystalle sind nicht selten.

Die grosse Mächtigkeit des Tegels ergiebt sich daraus, dass die beiden tiefsten Bohrbrunnen Wiens, am Getraidemarkte und am Gloggnitzer Bahnhofe, von denen jener 581 und dieser 651 Fuss Tiefe erreicht, denselben noch nicht durchsunken haben. Uebrigens ist er nicht immer horizontal gelagert, vielmehr erscheint er

*) Bei der Beschreibung dieser Gesteine wurden, ausser einigen brieflichen Mittheilungen meines Freundes Hörnes, ganz vorzüglich die Erläuterungen zur geognostischen Karte der Umgebungen Wiens von Czizek und die Arbeiten von Suess benutzt.

stellenweise, wie bei Leopoldsdorf und Moosbrunn, mit einer so steilen Neigung, dass man particlle Hebungen oder Senkungen annehmen muss. Dasselbe ist auch am Leithagebirge und am Rosaliengebirge der Fall, wie er denn überhaupt gegen die Ränder des Bassins etwas höher ansteigt, und gegen die Mitte desselben eine Mulde bildet.

Eine sichere Gliederung der Tegelschichten, deren gesammte Mächtigkeit man noch nicht einmal kennt, ist schwer zu entwerfen, weil die Ablagerungen nur an wenigen Puncten deutlich aufgeschlossen sind, weil viele Schichten gar keine Fossilien führen, und auch sonst keine bestimmten Merkmale an sich tragen. Desungeachtet lässt sich mit ziemlicher Bestimmtheit annehmen, dass jene Schichten, welche den Tegel von Baden, Vöslau und Möllersdorf bilden, und ausser vielen marinen Conchylien auch zahlreiche Foraminiferen enthalten, mit zu den tiefsten Schichten der ganzen Formation gehören, während die höheren Tegel-Ablagerungen theils als brackische, theils als limmnische Bildungen charakterisirt sind.

3. Als dritte Gesteinsart erscheinen mehr oder weniger mächtige Sandablagerungen, welche bald unter, bald über dem Tegel auftreten, mit dem sie auch sehr innig und zumal nach unten durch häufige Wechsellagerung verbunden sind. Das Gestein ist meist ein feiner, wenig scharfkörniger, mit einigen Glimmerschuppen gemengter Quarzsand von gelblichweisser oder hellgrauer, selten von gelber Farbe. Auch kommen Schichten von gelbem Sande, so wie von Quarzgeröllen vor, welche letztere sich von dem Schotter, oder dem quartären Diluvialgeröll der Gegend, durch eine tief eingedrungene gelbliche Färbung unterscheiden.

Diese Sande sind oft sehr reich an Fossilien, was insbesondere auch von den dünnen Tegelschichten gilt, welche mit ihnen abwechseln; dahin gehören die reichen Fundgruben von Gainfahren, Enzesfeld, Steinabrunn u. a. O.

Untergeordnet erscheinen in diesem Sande Einlagerungen von kalkigem Sandstein und von Cerithienkalk, deren einzelne Schichten nur selten über zwei Fuss mächtig sind, aber einen trefflichen Baustein liefern, daher sie an der Türkenschanze, bei Atzgersdorf, Hetzendorf, Mödling u. a. O. viel gebrochen werden.

Auch fallen wohl mit den jüngeren Schichten dieser Sande Ablagerungen von Braunkohle zusammen, welche sich durch die meist holzige Textur ihrer Kohle von den vorerwähnten älteren Braunkohlen unterscheiden. Diese Lignite bilden Flötze oder Stöcke von 4 bis 5 Klaftern Mächtigkeit, werden im Hangenden oft von Gyps begleitet, und ausserdem von gelblichem Tegel und von Sand überlagert.

4. Leithakalk. Dieses interessante Gestein ist gewissermaassen als eine den vorher angeführten drei Gesteinen parallele Bildung, als eine rein marine Facies derselben zu betrachten, welche unweit der Küsten des ehemaligen Meeres nach Art der Korallenbänke entstanden zu sein scheint. In seiner Nähe und in ihm selbst kommen die Fossilien am häufigsten vor; ja er besteht fast ausschliesslich aus Korallen- und Conchylienschutt, und erscheint als ein licht gelber, bald lockerer, bald fester und poröser Kalkstein, in welchem namentlich Nulliporen, Bryozoën und Stammkorallen sehr vorwalten. Zwischen dem Kalkstein kommen auch zuweilen thonige Mergelschichten vor, welche ganz ausserordentlich reich an Fossilien und zumal an Foraminiferen sind.

Ueberhaupt ist dieser Kalkstein wesentlich organischen Ursprungs, und zwar theils ein phytogenes, theils ein zoogenes Gestein. Nach denen ihn vor-

waltend zusammensetzenden organischen Ueberresten lassen sich besonders drei Varietäten unterscheiden:

a. Nulliporenkalkstein; derselbe besteht wesentlich aus grossen rasenähnlichen Stöcken einer kalkabsondernden Alge, der *Nullipora ramosissima* *), deren Ueberreste, zugleich mit *Cellepora globularis* und *Amphistegina Haueri*, die Hauptmasse eines festen und dichten Gesteins bilden, welches einen sehr guten Baustein liefert.

b. Amphisteginenkalkstein; die Amphisteginen erscheinen zwar gewöhnlich massenhaft in den mergeligen Zwischenlagen des Kalksteins; doch bilden sie auch stellenweise, wie z. B. bei St. Margarethen einen weichen, dichten Kalkstein.

c. Celleporenkalkstein; derselbe besteht ganz vorwaltend aus verschiedenen Cellepora-Arten, und erscheint als ein sehr weicher und poröser Kalkstein **).

Bisweilen werden die Kalksteine conglomeratartig durch Aufnahme von Kalksteingeröllen, welche oft durch innere Zersetzungsprocesse hohl geworden sind ***).

Dieser Kalkstein wird in den Umgebungen des Leithagebirges, so wie bei Nussdorf, zwischen Mödling und Perchtolsdorf, zwischen Baden und Vöslau in vielen Steinbrüchen gewonnen; frisch gebrochen ist er mürbe, lässt sich daher leicht bearbeiten und in Stücke zersägen, während er allmälig hart und spröd wird. — Besonders interessant wird er durch seine organischen Ueberreste; in den unteren Schichten finden sich dieselben Species, wie bei Gainfahren und bei Steinabrunn; in den oberen Schichten kommen auch Säugethierknochen vor, gerade so wie im oberen Tegel oder in den Sandablagerungen von Belvedere. Die petrefactenreichsten Localitäten anderer Schichten scheinen überhaupt in einer nahen Beziehung zu dem Leithakalke zu stehen.

Ueber den Erhaltungszustand der Fossilien des Leithakalkes giebt Suess folgende interessante Bemerkung. Die Schalen von *Pecten*, *Ostrea*, *Anomia*, sowie die der Brachiopoden, die Gehäuse der Bryozoën, die Reste von Krebsen und Balanen, von Echiniden, Foraminiferen und Nulliporen zeigen sich stets wohl erhalten, während fast alle übrigen Conchiferen, die Gastropoden und Korallen ihrer Masse nach verschwunden sind, und nur ihre Hohlräume hinterlassen haben. Bei Pinna und Spondylus ist nur die äussere Schalenschicht erhalten. Mit einem Worte, alle ursprünglich aus Aragonit bestehenden Schalen und Schalentheile sind aufgelöst und fortgeführt worden, während die aus Calcit bestehenden erhalten blieben. —

---

*) Vergl. Unger, in den Denkschriften der Kaiserl. Akademie zu Wien, Bd. 14, 1858, S. 22 ff., wo diese Deutung des früher als kalksinterähnliche Bildung betrachteten Gesteins ausführlich begründet wird. Boué erklärte sich sehr lebhaft für die Richtigkeit dieser Deutung im *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 15, 1858, *p.* 423 ff. Aehnliche Nulliporenkalksteine bilden sich noch heutzutage im mittelländischen Meere; auch an den Westküsten Norwegens kommen nach Philippi dergleichen kalkausscheidende Algen vor.

**) In Steyermark finden sich auch wahre Korallenkalksteine, welche im Sausalgebirge, südlich von Gratz, förmliche Korallenriffe unmittelbar über dem Thonschiefer bilden; doch ist auch dort ein dichter bis erdiger, fast kreideähnlicher Nulliporenkalkstein am meisten verbreitet. Unger a. a. O. S. 24 f.

***) Ueber diese hohlen Gerölle vergl. Bd. I. S. 414.

Auch hebt es Suess hervor, dass die Nulliporenkalksteine stets in einem höheren Niveau liegen, als die Celleporen- und Amphisteginen-Kalksteine, gerade so, wie noch jetzt im mittelländischen Meere die Nulliporenzone 15 bis 25 Faden tief hinabreicht, und erst unter ihr die Bryozoën und Foraminiferen beginnen. Der Boden der Stadt Wien, 1862, S. 110 ff.

Was nun die bathrologische Gliederung der Wiener Tertiärbildungen betrifft, so scheint dieselbe von den ausgezeichnetsten Forschern im Gebiete dieses Bassins noch nicht in übereinstimmender Weise aufgefasst zu werden.

Darüber, dass die am Nordwestrande des Bassins bei Horn, Eggenburg, Meissau und anderen Orten auftretenden sogenannten Horner Schichten zu den ältesten Ablagerungen des Bassins gehören, ist man wohl einverstanden, weil solche durch ihre organischen Ueberreste zum Theil als oligocäne Bildungen charakterisirt sind.

Allein über die relative Altersfolge der so mächtigen und weit verbreiteten jüngeren Meeres-Ablagerungen begegnen wir mehr oder weniger abweichenden Ansichten. Hörnes hat sich über diese Bildungen noch neuerdings folgendermaassen ausgesprochen. An die Horner Schichten schliessen sich zunächst die Sandablagerungen bei Grund, Grussbach, Ebersdorf, Weinsteig, Niederkreuzstätten, Pötzleinsdorf u. s. w. an; die Fauna dieser Sandablagerungen ist vollkommen identisch mit jener der schweizer Molasse, der Touraine, der Umgebungen von Bordeaux und Dax, und des südlichsten Frankreich bei Perpignan. Gleichzeitig mit diesen Sandablagerungen sind die kalkigen Riffbildungen des Nulliporenkalkes und Leithakalkes, welche sich häufig an den Küsten des tertiären Meeres gebildet haben, und deren mergelige Zwischenschichten reich an fossilen Conchylien sind, wie bei Steinabrunn, Nikolsburg, Raussnitz, Gainfahren, Nussdorf, Grinzing u. s. w. In ihrer Fauna zeigen diese Mergel eine merkwürdige Uebereinstimmung mit den Ablagerungen bei Turin. Als jüngstes Glied der marinen Ablagerungen muss aus paläontologischen Gründen der sogenannte untere oder Badener Tegel, der früher wegen seiner bedeutenden Tiefe als die älteste Bildung betrachtet wurde, angesehen werden, indem dessen Fauna vollkommen mit jener von Tortona und von Saubrigues bei Dax übereinstimmt, sich sonach bereits der Subapenninen-Formation und mithin der Mediterranfauna annähert*). Damit stimmt auch die schon früher von Rolle aufgestellte Gliederung überein, welcher zufolge die marinen Schichten des Wiener Bassins in aufsteigender Reihenfolge als Horner, Grunder, Steinabrunner und Badener Schichten unterschieden werden**).

Dagegen macht Suess die Ansicht geltend, dass alle jene petrographisch so verschiedenen marinen Gesteins-Ablagerungen gleichzeitig neben ein-

*) Hörnes, im Jahrbuche der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. 14, 1864, S. 513 f.; schon im Jahre 1858 hat derselbe erkannt, dass die Badener Schichten zu den jüngsten marinen Bildungen des Wiener Bassins gehören. Eine etwas vollständigere Uebersicht der Schichtenfolge nach den Ansichten von Hörnes gab Saemann, im *Bull. de la soc. geéol.* [2], *t.* 20, 1862, *p.* 103 ff.

**) Rolle, in Sitzungsber. der Kaiserl. Akademie der Wiss., Bd. 36, 1859, S. 37 ff.

ander in verschiedenen Regionen desselben Meeres zur Ausbildung gelangt sind, und nicht sowohl eine bestimmte chronologische, als vielmehr nur eine bathologische Reihenfolge darstellen, indem sie verschiedenen Tiefenzonen des miocänen Meeres entsprechen. Dieser Ansicht haben sich auch Karrer und Stolicka angeschlossen *).

Für die über den marinen Etagen folgenden brackischen und limnischen Schichten dagegen scheint man allgemein darüber einverstanden zu sein, dass solche als die letzten Glieder der dortigen Tertiärformation betrachtet werden müssen, indem durch Erhebung der äusseren Erdkruste jener Meerbusen, welcher den Bildungsraum der vorausgehenden Schichten geliefert hatte, auf einen weit kleineren Umfang beschränkt, und zugleich mit vielen einströmenden Landgewässern erfüllt wurde, weshalb während einer längeren Zeit nur Brackwasserschichten zum Absatze gelangten, welche endlich durch reine Süsswasserbildungen verdrängt wurden.

Diesen Ansichten gemäss erhalten wir daher folgende Uebersicht der in dem Wiener Bassin successiv abgelagerten Schichtensysteme:

1) Horner Schichten, von zum Theil oligocänem Charakter;
2) Neogene marine Gruppe;
3) Neogene brackische Gruppe;
4) Neogene limnische Gruppe.

1. Horner Schichten. Am östlichen Rande des Mannhartsberges, 8 bis 10 Meilen nordwestlich von Wien, bei Horn, Eggenburg und Meissau finden sich diese ältesten Schichten, theils in getrennter und unterbrochener Lagerung, theils noch in stetigem Zusammenhange mit dem eigentlichen Wiener Bassin **).

a. Im Westen bei Horn, Molt, Möddersdorf, Loibersdorf und Dreieichen liegt das eigentlich sogenannte Horner Becken in einer 4 Meilen langen, halbmondförmigen Einsenkung. Sand, Tegel und Töpferthon sind die vorwaltenden Gesteine, zu denen sich nach oben etwas Kalkstein gesellt.

Als Leitfossilien dieser Abtheilung nennt Rolle die folgenden Species:

Neithea gigas Schl.
Mytilus Haidingeri Hörn.
Venus umbonaria Lam.
Cytherea erycinoides Lam.
Cardium Kübecki Hauer
. . . . . hians Brocc.
Buccinum Caronis Brong.
Cerithium plicatum Lam.
. . . . . . margaritaceum Brocc.
. . . . . . Duboisii Hörn.
Turritella cathedralis Brong.
. . . . . gradata Menke
Strombus Bonellii Brong.

zu welchen sich noch nach oben bei Dreieichen *Balanus Holgeri*, *Pecten opercularis* und *Ostrea lamellosa* gesellen.

---

*) Suess, in Sitzungsber. der Kaiserl. Akad. der Wiss., Bd. 39, 1860, S. 158 ff. und noch ausführlicher in seinem Werke: Der Boden der Stadt Wien, 1862, S. 44 ff. Karrer, Sitzungsber. der Kaiserl. Akad. der Wiss., Bd. 44, 1862, S. 427 ff. und Stolicka, ebendaselbst, Bd. 45, 1863, S. 73.

**) Wir entlehnen diese kurze Schilderung aus der Abhandlung von Rolle, in den Sitzungsber. der Kaiserl. Akad. der Wiss., Bd. 36, 1859, S. 37 ff.

b. Im Osten bei Maigen, Gauderndorf, Eggenburg u. s. w. bestehen die isolirten, auf Granit und Gneiss liegenden Ablagerungen vorwaltend aus Sand oder Sandstein und aus Nulliporenkalk, welche beide 40 bis 50 Fuss mächtig sind. Diese ganze Abtheilung zerfällt jedoch nach Rolle in zwei, paläontologisch unterscheidbare Unterabtheilungen oder Etagen;

Aus der unteren Etage führt Rolle als Leitfossilien auf:

Ostrea lamellosa Brocc.
. . . . gingensis Schl.
Neithea gigas Schl.
Mytilus Haidingeri Hörn.
Cardium hians Brocc.
Venus umbonaria Lam.
Cytherea erycinoides Lam.
Panopaea Menardi Desh.
Pyrula rusticula Bast.
. . . . clava Bast.
Cerithium plicatum Lam.
. . . . . . margaritaceum Brong.
. . . . . . Duboisii Hörn.
Turritella cathedralis Brong.
. . . . . . gradata Menke.

wogegen er aus der oberen Etage folgende Leitfossilien namhaft macht:

Neithea simplex Micht.
Anomia costata Brocc.
Pecten opercularis Lam.
Terebratula Hörnesi Suess
Balanus Holgeri Gein.

Ueberhaupt kennt man von Acephalen 59, und von Gastropoden 33 Species; von den ersteren gehören 27, von den anderen 12 den Horner Schichten eigenthümlich an, während die übrigen auch in anderen Schichten des Wiener Bassins vorkommen. Als anderweite Localitäten, wo diese Horner Schichten wahrscheinlich vorhanden sein dürften, nennt Rolle Ortenburg bei Passau, Ursprung bei Melk, Lipnik (im Unterneutraer Comitate), auch Waitzen und andere Orte in Ungarn, und Korod in Siebenbürgen.

Die neogenen (oder miocänen und pliocänen) Bildungen des Wiener Bassins zerfallen in eine marine, eine brackische und eine limnische Gruppe, deren jede aus Tegel, Sand und Geröll (Schotter) besteht, zu welchen sich in den beiden ersteren Gruppen noch mehr oder weniger untergeordnete Kalksteinbänke gesellen; namentlich ist der blaue Tegel in allen dreien mächtig entwickelt, und nur nach seinen organischen Ueberresten zu unterscheiden, unter denen auch die Foraminiferen sehr wichtig sind*). Während der langen Bildungsperiode dieser drei Gruppen haben sich die Fauna und Flora mehr oder weniger verändert; was auch für die von dem benachbarten damaligen Festlande durch Flüsse eingeschwemmten Thiere und Pflanzen gilt, deren Knochen und Stämme freilich im höheren oder geringeren Grade abgerollt sind. Die Meeresthiere der ersten Gruppe entsprechen denen des jetzigen mittelländischen Meeres und noch südlicherer Meeres-Regionen, und auch die Landflora verweist uns auf ein damaliges wärmeres Klima. Ueber der dritten Gruppe breiten sich nur noch Diluvialmassen und die neueren Alluvionen der jetzigen Flüsse aus.

Gegen die Ränder des Bassins treten die drei Gruppen als einzelne Zonen unter einander hervor; Wien selbst liegt gänzlich im Gebiete der Süsswassergruppe und der Diluvialgebilde, unter welchen zwar die brackische Gruppe erbohrt, die marine Gruppe aber noch nicht erreicht worden ist.

*) Suess, in seinem Werke: Der Boden der Stadt Wien, 1862, S. 44 ff., aus welchem das Folgende wesentlich entnommen ist.

2. Marine Gruppe. Nach Einsinkung des östlichsten Theiles der österreichischen Alpen, deren Fortsetzung die Kleinen Karpathen sind, entstand ein Meerbusen, dessen Strandlinie gegenwärtig 1250 bis 1300 Fuss über dem Spiegel des mittelländischen Meeres liegt. Auf dem Grunde dieses neugebildeten Meerbusens wurden nun allmälig verschiedene Gesteine, als Tegel, Sand, Leithakalkstein und Conglomerate oder Gerölle abgelagert; doch erfolgten diese Ablagerungen keineswegs ohne alle Regel; vielmehr lassen sie von dem Rande des Bassins nach innen eine bestimmte Aufeinanderfolge erkennen, so dass man gewöhnlich erst Gerölle und Conglomerate, dann Leithakalkstein, hierauf Sand und zuletzt den Tegel erreicht. Diesen Tegel nennt Suess marinen oder Badener Tegel, um ihn von den jüngeren Tegelbildungen zu unterscheiden.

Suess ist nämlich, wie bereits erwähnt, der Ansicht, dass diese verschiedenen Gesteine nicht sowohl über einander, als vielmehr neben einander abgelagert wurden, dass sie nur verschiedene Ablagerungs-Zonen eines und desselben Meeres repräsentiren. Das Gerölle wurde nahe am Strande, der Sand weiter hinaus, und in der tieferen Mitte der Tegel abgesetzt; daher nimmt auch die Mächtigkeit der dem Tegel eingeschalteten Sandschichten weiter auswärts vom Rande, oder weiter einwärts nach dem Inneren des Bassins beständig ab.

Sehr zahlreich sind die organischen Ueberreste im Kalksteine, Sande und Thone; der Kalkstein besteht meist gänzlich daraus, und in der Umgebung von Wien gehören die Thongruben von Baden, Möllersdorf, Soos und Vöslau, die Sandgruben von Enzesfeld und Pötzleinsdorf, die Mergelgruben von Gainfahren zu den reichsten Fundstätten jener Conchylien, deren Beschreibungen und Abbildungen in dem prächtigen Werke von Hörnes: Die fossilen Mollusken des Tertiärbeckens von Wien, nun bald vollständig geliefert sein werden*). Wie heutzutage, so waren auch in der miocänen Periode diese Meeresbewohner an gewisse Tiefenzonen gewiesen, weshalb im Tegel meist Ueberreste von solchen Thieren vorkommen, die in grösseren Tiefen lebten, während der Leithakalk die Reliquien von Thieren enthält, welche einer geringen oder mässigen Tiefe entsprechen. Die Nulliporenkalksteine umkränzen, Korallenriffen vergleichbar, die einzelnen Kuppen der älteren Gesteine, das Leithagebirge, das Rosaliengebirge, die Höhen bei St. Margarethen, und sind bei Wöllersdorf, Brunn am Gebirge und Mauer in einer langen Reihe von Steinbrüchen, auch am Abhange des Kahlengebirges mehrorts aufgeschlossen.

Von Säugethieren fanden sich bis jetzt eingeschwemmte Reste eines *Dinotherium*, eines grossen Rhinoceros, des *Listriodon splendens* (eines dem *Lophiodon* ähnlichen Pachydermen) und einiger kleinerer Thiere.

3. Brackische Gruppe. Nach der Bildung der marinen Gruppe wurde ein grosser Theil Europas in ein höheres Niveau emporgetrieben, was in der Gegend von Wien um mehre hundert Fuss erfolgte. Dadurch wurde das dortige Meeresbassin in seinem Umfange beschränkt; gleichzeitig vermehrten sich die Zuflüsse vom Lande her, durch welche Ueberreste von Landpflanzen eingeschwemmt wurden; es entstand ein Brackwassersee, wie die in den nun folgenden Schichten begrabenen Conchylien beweisen, welche ein Wasser von geringem Salzgehalte anzeigen.

---

*) Der nächste Paragraph enthält eine Uebersicht der am häufigsten vorkommenden Species.

Die auf dem Grunde dieses brackischen Bassins abgelagerten Gesteine sind abermals gelbe oder sonst licht gefärbte Sande nebst plattenförmigen, oft kalkigen Sandsteinen (Cerithienschichten), und blaulichgrauer Tegel, welchen Suess brackischen Tegel oder Tegel von Hernals nennt. Die sandigen Schichten stehen zu diesem Tegel in demselben Verhältnisse, wie die marinen Sande zu dem Tegel von Baden; sie zeigen sich ebenfalls nur am Rande des nun enger gewordenen Bassins, zwar über dem Tegel, aber nach unten vielfach mit ihm abwechselnd, wie bei Nussdorf und Ottakring, und mit abnehmender Stärke vom Rande gegen die Mitte des Bassins. Sie bilden einen Gürtel, der sich an die marine Gruppe eben so anlehnt, wie diese an das alpine Randgebirge, und unterhalb wie innerhalb dieses Gürtels breitet sich der Tegel aus *).

Die Steinbrüche von Heiligenstadt, bei der Türkenschanze, bei Mauer und Hetzendorf werden in dem Sandsteine dieser Cerithienschichten betrieben, welche zahllose Gehäuse von *Cerithium pictum* und *C. rubiginosum* nebst wenigen anderen Schnecken und Muscheln enthalten, deren Schalen theils noch erhalten, theils aufgelöst sind; im letzteren Falle wurde der Sand durch den kohlensauren Kalk zu Sandstein mit kalkigem Cämente umgewandelt, in welchem nur noch die Hohlräume der Conchylien erhalten geblieben sind.

Der brackische Tegel ist vielorts ausgezeichnet durch Ueberreste von Delphinen, Seehunden, Schildkröten und Fischen; Conchylien kommen weniger vor; am häufigsten sind noch einige Species von *Cardium* und *Mytilus*, stellenweise auch kleine Schnecken, wie z. B. *Paludina effusa*, *P. acuta*, *P. immutata*, *Rissoa inflata* und *R. angulata*.

4. Süsswasser-Gruppe. In Folge einer abermaligen Hebung des Landes trat wiederum eine Beschränkung des Bassins ein, welches nun grösstentheils den Charakter eines Süsswassersees annahm, auf dessen Grunde neue Schichten zur Ablagerung gelangten. Auch diese Schichten bestehen einestheils aus blaulichgrauem Tegel (Tegel von Inzersdorf), anderntheils aus Sand und Geschieben (Belvedere-Sand); jener trägt mehr den Charakter einer Binnenseebildung, dieser den einer Flussbildung, aber beide sind nicht neben, sondern nach einander gebildet worden, obgleich sie dieselben Fossilien enthalten.

a. Tegel von Inzersdorf (auch Congerien-Tegel genannt). Derselbe liegt stets unter dem Sande und Geröll, erreicht eine grosse Mächtigkeit, und bildet bis zu grosser Tiefe den Untergrund der Stadt Wien. Er enthält oft Knollen von grauem Kalkmergel, sowie Schichten von mehr oder weniger sandiger Beschaffenheit, bisweilen auch reine Sand- und Geröllschichten, welche wegen ihrer Wasserführung bedeutsam werden; nicht selten sind diese Sande zu grossen knolligen Concretionen oder zu Platten von Sandstein erhärtet.

Die Fossilien dieses Tegels stammen von Landpflanzen und Landthieren, von Süsswasser-Schildkröten und Süsswasser-Conchylien; sehr selten kommen Fische

*) Es gehört zu den vielen Verdiensten unsers Freundes Hörnes, diese Cerithienschichten als eine selbständige Etage erkannt und charakterisirt zu haben. Die Wichtigkeit dieser Schichten ergiebt sich schon daraus, dass sie weit hinein nach Ungarn verfolgt werden können, und auch in Polen, in Podolien, Volhynien und Bessarabien bekannt sind.

oder brackische Conchylien vor, wie *Cardium apertum* und *C. conjungens*. Die häufigsten limnischen Conchylien sind *Congeria subglobosa*, *Melanopsis Martiniana* und *M. Bouéi*. Von Landthieren finden sich besonders *Hipparion gracile*, *Acerotherium incisivum*, *Rhinoceros Schleiermacheri*, *Dinotherium giganteum*, *Mastodon longirostris* und Antilopen. Die ziemlich manchfaltige Landflora, welche Constantin v. Ettingshausen beschrieben hat, zeugt gleichfalls für ein wärmeres Klima; sie steht am nächsten der miocänen Flora von Parschlug und Leoben in Steiermark, sowie jener von Swoszowice in Galizien und von Bilin in Böhmen *).

Diese Congerienschichten gewinnen östlich von Wien, im ungarischen Tieflande und in Siebenbürgen eine sehr grosse Verbreitung, während sie im Donauthale oberhalb des Durchbruches am Leopoldsberge, eben so am Nordrande der Karpathen in Galizien, am südwestlichen Abfalle der karnischen, julischen und dinarischen Alpen, sowie in der Ebene des Pothales gänzlich vermisst werden. In Podolien und Bessarabien scheinen sie dagegen eine wichtige Rolle zu spielen.

b. Belvedere-Schichten. Sie bestehen aus Geröllen und Geschieben, aus Sand und bisweilen ans einem zähen, röthlichgelben Thone, welche Gesteine eine sehr wechselnde Mächtigkeit und Aufeinanderfolge zeigen; doch ist die Gesammt-Mächtigkeit dieser Etage weit geringer, als jene des unter ihr liegenden Tegels. Das Geröll (Schotter) ist meist vorwaltend und, eben so wie der Sand, durch die gleichmässig gelbe Farbe ausgezeichnet, mit Ausnahme der festeren, blaulichgrünen Sandsteinplatten, welche am Belvedere im Sande vorkommen.

Im Striche von Sanct Marx bis Matzleinsdorf liegt oben, 6 Fuss mächtig, feiner gelber Sand, darunter Schotter bis 24 Fuss mächtig. Dieser Schotter besteht dort fast nur aus Geschieben von weissem, äusserlich rostgelb gefärbtem Quarze, welche eine eigenthümliche Gestalt haben, indem sie an der einen Seite keilförmig zugeschärft sind, was beweist, dass sie auf dem Grunde eines fliessenden Gewässers vorwärts geschoben worden, und wirkliche Geschiebe, aber keine Gerölle sind. An anderen Orten ist der Sand nur stellenweise vorhanden, während sich ein zäher röthlichgelber Letten dem Schotter beigesellt.

In dem Sande und Schotter finden sich häufig Knochen derselben Thiere, wie im Congerien-Tegel, mit Ausnahme der Antilopen. Von Conchylien kommen vor: *Valvata piscinalis*, Unionen und Cycladen, bisweilen auch Arten von *Congeria* und *Melanopsis*. Die Pflanzenreste bestehen in Stammstücken verkieselten Holzes, sowie in Hohlabdrücken von Schilfhalmen, welche die bläulichgrünen Sandsteinplatten am Belvedere wie zahlreiche senkrechte Kanäle durchbohren.

Anmerkung. Da es höchst wahrscheinlich, ja gewiss ist, dass die grosse karpathische Steinsalzbildung derselben miocänen oder neogenen Formation angehört, wie die Schichten des Wiener Bassins, so müssen wir doch noch einige Bemerkungen über sie einschalten.

Der grosse Reichthum an Steinsalz und an Soolquellen zu beiden Seiten der Karpathen ist schon lange bekannt. Am südlichen Abfall kennt man das Steinsalz zu Soovar bei Eperies, und in noch weit bedeutenderen Massen im Marmaroscher Comitate, von Huszt bis fast nach Borso, besonders bei Rhonaszek und Sygatag. Am nördlichen Abfalle liegen zuvörderst bei Wieliczka und Bochnia fast unerschöpf-

*) C. v. Ettinghausen, die Tertiärfloren der österreichischen Monarchie; Nr. I, Fossile Flora von Wien, 1851, S. 29 f. Die Pflanzenreste finden sich meist in den Concretionen von Kalkmergel und Sandstein.

liche Stöcke von Steinsalz. Von Bochnia südöstlich bis zum San ist zwar die salzführende Formation vorhanden, aber eigentliche Steinsalzlager sind noch nicht bekannt. Dagegen beginnt mit Tyrawa-Solna unterhalb Sanok der lange Salzquellenzug von Ost-Galizien, der von dort an ohne Unterbrechung bis in die Bukowina fortsetzt. In Ost-Galizien ist bei Stebnik das Steinsalz in einer Mächtigkeit von weit über 400 Fuss durchbohrt worden; in Siebenbürgen wird an sechs Orten Steinsalz gewonnen, und ausserdem stehen in Ost-Galizien und in der Bukowina 26 Salinen auf Soolquellen in Betrieb, deren Soolschächte oft bis auf das Steinsalz hinabreichen. Förmliche Berge von Steinsalz finden sich nach Fichtel in Siebenbürgen bei Szovata und Parayd; an ersterem Orte ziehen sich die Salzberge über eine Meile weit fort, sind aber meist dicht bewaldet, so dass man nur an den steilen, z. Th. 200 Fuss hohen, schneeweissen Abstürzen ihre wahre Natur erkennt; bei Parayd ist ein Thal im Steinsalze ausgewaschen. Bei Beretz läuft ein Bach auf lange Strecken im Steinsalze fort, welches an beiden Ufern mehre Klafter hohe Wände bildet und von Sandstein bedeckt wird. Aehnliche Erscheinungen kennt man in anderen Thälern von Siebenbürgen. Ja, zwischen diesem Lande und der Moldau lässt sich nach Fichtel, auf eine Strecke von mehr als 20 Stunden, das Steinsalz Schritt vor Schritt als das Unterlager des Gebirges verfolgen. Auch die Moldau und Wallachei sind erstaunlich reich daran.

Diese wahrhaft colossale Steinsalzformation besteht, wie fast alle derartige Bildungen, wesentlich aus Salzthon, Gyps, Mergel und Steinsalz, welche von Sandsteinen, Schieferthonen und anderen Gesteinen begleitet und umschlossen werden, zu denen auch die bekannten Schwefellager von Swoszowice gehören. Dass sie eine sedimentäre Formation sei, diess kann wohl Niemand bezweifeln; dass sie aber zu den tertiären Formationen gehöre, diess ist schon von Beudant, Keferstein, Lill und Boué geltend gemacht worden; dass sie endlich den miocänen oder älteren neogenen Tertiärbildungen zugerechnet werden müsse, diess wurde zuerst von Murchison, Verneuil und Keyserling behauptet (*The Geology of Russia, p.* 291 f.), und ist in neuerer Zeit insbesondere durch die Untersuchungen von Reuss wohl zur Gewissheit erhoben worden. Im Steinsalze von Wieliczka fand Philippi Foraminiferen und Conchylien, nnd Unger 15 Arten von Hölzern, Blättern und Früchten, von denen 9 bereits aus anderweiten Tertiärschichten bekannt sind, und auf eine miocäne Bildung verweisen. In dem von Bochnia sind Braunkohlenstücke, Coniferenzapfen und Nüsse, sowie Zähne von *Carcharodon megalodon* gefunden worden; Hauch, im Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt, II, S. 33 u. 37. Bei Korinitza an der Nida fanden Murchison und seine Begleiter in dem kalkigen Sande und Sandsteine 33 Species von Conchylien, die alle auch bei Wien oder Bordeaux vorkommen. Die schöne schlanke Koralle *Cyathina salinaria* ist nach Russegger nicht nur im Salzthone, sondern auch im festen Steinsalze vorgekommen; 16 andere Korallen-Species von Wieliczka sind nach Reuss identisch mit denen aus dem Leithakalke; derselbe treffliche Forscher bemerkt, dass von den 29 Species Ostrakoden von Wieliczka 11 auch im Leithakalke, 2 im Tegel und 7 in beiden gemeinschaftlich bekannt sind; von Foraminiferen kennt man bereits 120, und von Conchylien 40 Species. Aus allen diesen Thatsachen folgert Reuss, dass die Formation von Wieliczka dem Leithakalke (also der Wiener Formation) und der Subapenninenformation entspreche. Naturw. Abhandl. herausgegeben von Haidinger, Bd. III, 1850, S. 44 ff. — Wie die karpathische, so ist auch die Gyps- und Steinsalz-Formation von Volterra in Toskana entschieden miocän.

Nach Abich ist auch die weit verbreitete und mächtige, aus Kalkstein, rothem Sandstein, bunten gypsführenden Mergeln und Steinsalz bestehende Formation Kleinasiens, Armeniens und Persiens, über welche Hamilton, Ainsworth, Tschihatschef und Loftus berichtet haben, der miocänen Formation einzuordnen. Sie liegt

über der Nummulitenformation. Ihr tiefstes Glied ist ein an Korallen, Foraminiferen, Echinodermen und Conchiferen reicher Kalkstein, welcher dem Leithakalkstein entspricht, und, wie dieser, als eine Riffbildung erscheint: derselbe bildet einen grossen Theil der Umgebungen des Urmia-Sees, und ist auch bei Erzerum und anderwärts vorhanden. Ueber ihm, zum Theil auch neben ihm, liegen die rothen Sandsteine und Conglomerate, die bunten Mergel, sowie die Gyps und Steinsalz enthaltenden Thone; Gesteine, welche eine grosse petrographische Aehnlichkeit mit denen des Rothliegenden und des Buntsandsteins von Mittel-Europa haben, aber durch ihre organischen Ueberreste (z. B. *Cerithium plicatum*, *C. tricinctum*, *C. margaritaceum*, *Tapes gregaria* u. a.) als mitteltertiäre Bildungen charakterisirt werden. *Mém. de l'Acad. impériale des sc. de St. Petersbourg, XII*, 1857, *p*. 58 ff.

§. 460. *Uebersicht der wichtigsten Fossilien des Wiener Bassins.*

Was die organischen Ueberreste des Wiener Bassins betrifft, so kennt man deren bereits weit über tausend Species. Darunter befinden sich 197 Korallen und Bryozoën, 251 Foraminiferen, 8 Echinodermen, 90 Entomostraceen, 460 Conchiferen, 500 Gastropoden, 65 Fische und 23 Säugethiere, sowie ein paar Cirripeden, Brachiopoden, Pteropoden und Reptilien. Viele derselben sind auch in der Subapenninen-Formation bekannt, woraus sich die nahe Beziehung der miocänen und pliocänen Bildungen ergiebt, zwischen denen eine scharfe Gränze gar nicht zu bestehen scheint *).

Die wichtigsten, d. h. die am häufigsten vorkommenden Species sind in dem folgenden Verzeichnisse aufgeführt **).

Verzeichniss der wichtigsten Fossilien aus dem Thierreiche.

A. Marine Gruppe. Diese Gruppe ist es, welche den grössten Reichthum an Formen beherbergt, weshalb denn die Miocänformation des Bassins von Wien

---

*) Wie auch Michelotti, ganz in Uebereinstimmung mit Bronn, Hörnes, Sismonda, Reuss und Sandberger zu dem Resultate gelangt ist, dass die miocäne Fauna ganz allmälig in die pliocäne Fauna übergeht. *Descr. des fossiles des terrains miocènes de l'Italie septentrionale, p.* 376. Ebenso hebt es Neugeboren hervor, dass bei Lapugy in Siebenbürgen, wo im Tegel eine erstaunlich reiche Anhäufung trefflich erhaltener Fossilien vorkommt, die vorzüglich charakteristischen miocänen und pliocänen Formen mit einander gefunden werden. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. V, S. 674.

**) In Betreff dieses Verzeichnisses kann ich es nicht dankbar genug rühmen, welche freundliche Unterstützung mir dabei von meinem Freunde Hörnes in Wien für die Conchiferen und Gastropoden geworden ist. Eben so bin ich meinem Freunde Reuss verpflichtet, dass er mir die Namen der am häufigsten vorkommenden Foraminiferen, Bryozoën und Korallen angab. Die Fossilien des Wiener Bassins sind übrigens schon sehr gründlich in Arbeit genommen worden. Die Flora schilderte C. v. Ettingshausen (Wien 1851); über die Anthozoën und Bryozoën gab Reuss im II., und über die Entomostraceen Derselbe im III. Bande der von Haidinger herausgegebenen Naturwissenschaftlichen Abhandlungen eine vollständige Monographie; die Foraminiferen beschrieb Alcide d'Orbigny in einem besonderen Werke (*Foraminifères fossiles du bassin tertiaire de Vienne, Paris* 1846), und Czizek einen Theil derselben im II. Bande der erwähnten Abhandlungen; über die Mollusken aber erscheint das herrliche Werk von Hörnes, welches in seinem ersten, die Gastropoden betreffenden Theile vollendet ist, im zweiten, die Conchiferen enthaltenden Theile aber bereits mit 6 Lieferungen vorliegt.

zu einem der wichtigsten Vergleichungspunkte für alle übrigen Regionen derselben Formation wird, zumal weil die Bestimmungen der Species von ausgezeichneten Paläontologen mit grosser Genauigkeit und Sorgfalt vollzogen worden sind.

Korallen; man kennt 32 Species, davon die wichtigsten:

Ceratotrochus duodecimcostatus Edw. — *Cladocora caespitosa Ehr.*
Flabellum cuneatum Edw. — . . . . . . *multicaulis Edw.*
Astraea Reussiana Edw. — *Porites incrustans Edw.*

Bryozoën; Reuss hat bereits 165 Species beschrieben, von denen folgende besonders häufig sind:

Pustulopora anomala Reuss — *Crisia Edwardsii Reuss*
Idmonea pertusa Reuss — *Eschara undulata Reuss*
Hornera hippolithus Defr. — *Cellepora globularis Bronn*
Retepora cellulosa Lam. — . . . . . *tetragona Reuss*
Vincularia marginata Goldf. — . . . . . *scripta Reuss*

Foraminiferen; Orbigny beschrieb in seinem bekannten Werke 228 Species; dazu kommen noch 25 neue, von Czizek beschriebene Species; als die häufigsten sind etwa die folgenden zu betrachten:

Orbulina universa Orb. — *Rotalia Haidingeri Orb.*
Glandulina laevigata Orb. — . . . . *Dutemplei Orb.*
Nodosaria hispida Orb. — *Globigerina bulloides Orb.*
Dentalina elegans Orb. — *Bulimina Buchiana Orb.*
. . . . . *Adolphina Orb.* — . . . . . *pupoides Orb.*
Cristellaria cassis Lam. — *Uvigerina pygmaea Orb.*
Robulina calcar Orb. — *Clavulina communis Orb.*
Sphäroidina austriaca Orb. — *Amphistegina Haueri Orb.*
Nonionina Soldanii Orb. — *Textilaria carinata Orb.*
. . . . . . *bulloides Orb.* — *Biloculina simplex Orb.*
Polystomella crispa Lam. — *Triloculina austriaca Orb.*
Rotalina Partschiana Orb. — *Quinqueloculina Meyeriana Orb.*

Entomostraceen; Reuss hat 37 Cytherinen und 53 Cypridinen nachgewiesen; ein paar der gewöhnlichsten sind:

Cytherina obesa Reuss — *Cypridina punctata Reuss*
. . . . . *seminulum Reuss* — . . . . . . *Haueri Röm.*

Brachiopoden; von den bekannten Species erwähnen wir nur die folgenden:

Terebratula Hörnesi Suess — *Argiope neapolitana Scacc.*
. . . . . . *grandis Blumenb.* — . . . . *squamata Eichw.*
Megerlea oblita Micht. — . . . . *decollata Woodw.*

Conchiferen. Nach Hörnes dürften im Wiener Bassin überhaupt 460 verschiedene Species bekannt sein, von denen die meisten der marinen Gruppe der Miocänformation angehören; die wichtigsten derselben sind die folgenden*):

**Ostrea gryphoides Schl.* — **Pecten pusio Penn.*
. . . . *cymbularis Münst.* — . . . . *sarmenticius Goldf.*
. . . . *gingensis Schl.* — *Arca umbonata Lam.*
Pecten solarium Lam. — . . . *barbata Lin.*
. . . . *flabelliformis Brocc.* — . . . *turonica Duj.*

---

*) Die Namen der vorzüglich häufigen sind durch einen Stern ausgezeichnet.

** Arca diluvii Lam.*
. . . lactea Lin.
Pectunculus Fichteli Desh.
** . . . . . . pilosus Lin.*
. . . . . . obtusatus Partsch
Limopsis anomala Eichw.
Leda fragilis Chemn.
. . . nitida Brocc.
** Nucula nucleus Lin.*
. . . . Mayeri Hörn.
Astarte triangularis Montague
Cardita scabricosta Micht.
. . . . Jouanneti Bast.
. . . . rudista Lam.
** . . . . Partschi Goldf.*
. . . . elongata Bronn
** . . . . scalaris Sow.*
Crassatella moravica Hörn.
Erycina austriaca Hörn.
Lucina leonina Bast.
. . . . Haidingeri Hörn.
** . . . . incrassata Dub.*
** . . . . columbella Lam.*
** . . . . ornata Ag.*
** . . . . dentata Bast.*
. . . . exigua Eichw.
Diplodonta rotundata Mont.
Chama gryphoides Lin.
. . . . gryphina Lam.
Cardium discrepans Bast.
Cardium fragile Brocc.
. . . . . hians Brocc.
** . . . . . turonicum May.*
Isocardia cor Lin.
** Circe minima Mont.*
** Cytherea pedemontana Ag.*
** Venus umbonaria Duj.*
. . . islandicoides Lam.
** . . . clathrata Duj.*
. . . fasciculata Reuss
. . . multilamella Lam.
. . . plicata Gmel.
** . . . marginata Hörn.*
. . . ovata Penn.
Tapes vetula Bast.
** Psammobia Labordei Bast.*
. . . . . . uniradiata Brocc.
** Tellina strigosa Gmel.*
. . . . planata Lin.
. . . . donacina Lin.
. . . . lacunosa Chemn.
Fragilia fragilis Lin.
** Ervilia pusilla Phil.*
Mesodesma corneum Poli
Lutraria oblonga Chemn.
Thracia papyracea Poli
** Corbula gibba Olivi*
** . . . . . carinata Duj.*
** Panopaea Menardi Desh.*
Solen vagina Lin.

Gastropoden. Hörnes führt 500 Species auf, von denen die grosse Mehrzahl in der marinen Gruppe der Miocänformation vorkommt, die nachfolgend aufgeführten Species aber als die häufigeren zu betrachten sind.

** Conus fuscocingulatus Bronn*
. . . . Mercati Brocc.
** . . . . ventricosus Bronn.*
** . . . . Dujardini Desh.*
** Ancillaria glandiformis Lam.*
Cypraea pyrum Gmel.
Erato laevis Don.
** Ringicula buccinea Desh.*
Voluta rarispina Lam.
Mitra goniophora Bell.
** . . . scrobiculata Brocc.*
** . . . pyramidella Brocc.*
. . . ebenus Lam.
Columbella scripta Bell.
. . . . . . curta Bell.
** . . . . . . nassoides Bell.*
Terebra fuscata Brocc.
. . . . acuminata Bors.
** Buccinum Rosthorni Partsch*
Buccinum costulatum Brocc.
** . . . . . . prismaticum Brocc.*
** . . . . . . coloratum Eichw.*
** . . . . . . Dujardini Desh.*
** Purpura exilis Partsch*
** Cassis saburon Lam.*
** Strombus Bonelli Brong.*
** Chenopus pes pelecani Phil.*
Triton affinis Desh.
Ranella marginata Brong.
** Murex aquitanicus Grat.*
. . . . Sedgwicki Micht.
. . . . craticulatus Brocc.
. . . . erinaceus Lin.
** . . . . spinicosta Bronn*
. . . . fistulosus Brocc.
** Pyrula rusticula Bast.*
. . . . cingulata Bronn
Fusus intermedius Micht.

Fusus Puschii Andrz.
* . . . . *virgineus Grat.*
* . . . . *Valenciennesi Grat.*
. . . . *longirostris Brocc.*
* . . . . *bilineatus Partsch.*
* . . . . *burdigalensis Bast.*
Fasciolaria fimbriata Brocc.
* *Cancellaria varicosa Brocc.*
. . . . . . *contorta Bast.*
* . . . . . . *cancellata Lin.*
. . . . . . *spinifera Grat.*
. . . . . . *calcarata Brocc.*
* *Pleurotoma cataphracta Brocc.*
. . . . *festiva Dod.*
* . . . . *asperulata Lam.*
. . . . *Jouanneti Desm.*
* . . . . *turricula Brocc.*
. . . . *Schreibersi Hörn.*
. . . . *granulato-cincta Münst.*
* . . . . *rotata Brocc.*
. . . . *coronata Münst.*
* . . . . *spiralis Serr.*
. . . . *dimidiata Brocc.*
* . . . . *Lamarcki Bell.*
* . . . . *spinescens Partsch*
* . . . . *modiola Jan.*
* . . . . *pustulata Brocc.*
* . . . . *obeliscus Desm.*
* *Cerithium vulgatum Brug.*
* . . . . . . *minutum Serr.*
* . . . . . . *lignitarum Eichw.*
* . . . . . . *papaveraceum Bast.*
. . . . . . *Bronni Partsch*

* *Cerithium scabrum Olivi*
Turritella gradata Mencke
* . . . . . *Riepeli Partsch*
* . . . . . *vermicularis Brocc.*
* . . . . . *turris Bast.*
* . . . . . *Archimedis Brong.*
* . . . . . *bicarinata Eichw.*
Phasianella Eichwaldi Hörn.
Turbo rugosus Lin.
Monodonta angulata Eichw.
* *Trochus turricula Eichw.*
* . . . . . *patulus Brocc.*
* *Vermetus arenarius Lin.*
. . . . . *intortus Lam.*
Sigaretus haliotoideus Lin.
* *Natica millepunctata Lam.*
* . . . . *redempta Micht.*
. . . . *Josephinia Risso*
* . . . . *helicina Brocc.*
* *Nerita picta Fér.*
* . . . . *expansa Reuss*
Eulima polita Lin.
* *Rissoina decussata Mont.*
. . . . . *pusilla Brocc.*
* *Rissoa Montagui Payrd.*
. . . . *costellata Grat.*
. . . . *Lachesis Bast.*
* *Helix turonensis Desh.*
Crepidula unguiformis Lam.
Calyptraea chinensis Lin.
* *Dentalium badense Partsch*
* . . . . . . *incurvum Ren.*
. . . . . . *Bouéi Desh.*
. . . . . . *mutabile Dod.*

B. Brackische Gruppe.

Diese Gruppe erscheint allerdings sehr arm gegen die vorhergehende, indem sie nur eine geringe Anzahl von Species enthält; allein die meisten dieser Species treten in einer erstaunlichen Menge von Individuen auf, was besonders in den sogenannten Cerithienschichten der Fall ist, welche fast an allen Orten ihres Vorkommens durch folgende Fossilien charakterisirt sind *).

Conchiferen.

* *Cardium plicatum Eichw.*
* . . . . . *obsoletum Eichw.*
Pisidium priscum Eichw.
* *Tapes gregaria Partsch*

* *Donax lucida Eichw.*
* *Ervilia podolica Eichw.*
* *Mactra podolica Eichw.*
Solen subfragilis Eichw.

---

*) Einige andere Formen wurden bereits oben S. 133, bei der Beschreibung der brackischen Gruppe erwähnt. Bei Waitzen in Ungarn kommen zu dieser Gruppe gehörige Schichten vor, welche fast gänzlich aus Schalen der *Spirolina austriaca Orb.* zusammengesetzt sind.

Gastropoden.

* *Buccinum duplicatum Sow.*	* *Cerithium disjunctum Sow.*
* *Murex sublavatus Bast.*	. . . . . . *nodoso-plicatum Hörn.*
Pleurotoma Sotterii Micht.	* *Trochus pictus Eichw.*
. . . . . . *Doderleini Hörn.*	* . . . . . *podolicus Dub.*
Melania Escheri Brong.	. . . . . *Poppelackii Partsch*
* *Cerithium pictum Bast.*	*Nerita Grateloupana Fér.*
* . . . . . *rubiginosum Eichw.*	* *Bulla Lajonkaireana Bast.*

C. Süsswasser-Gruppe.

Auch diese Gruppe ist arm an Species; doch wird diese Armuth durch die Häufigkeit der Individuen aufgewogen, mit welchen einige Species auftreten, was namentlich von den *Congeria*-, *Cardium*- und *Melanopsis*-Arten gilt.

Conchiferen.

* *Congeria subglobosa Partsch*	* *Cardium apertum Münst.*
* . . . . . *triangularis Partsch*	* . . . . . *carnuntinum Partsch*
Pisidium priscum Eichw.	* . . . . . *conjungens Partsch*
Unio atavus Partsch, u. a. Unionen.	. . . . . noch andere Species in Ungarn.

Gastropoden.

Cerithium pictum Bast.	*Paludina acuta Drap.*
* *Melanopsis Martiniana Fér.*	. . . . . *stagnalis Bast.*
* . . . . . . *Bouéi Fér.*	. . . . . *concinna Sow.*
. . . . . . *impressa Krauss*	*Valvata piscinalis Müll.*
. . . . . . *pygmaea Partsch*	*Planorbis pseudoammonius Schl.*
Nerita Grateloupana Fér.	

Diese Uebersicht der wichtigsten wirbellosen Thiere dürfte hinreichen, um die Fauna des Wiener Bassins zu charakterisiren. Die Fischreste sind neuerdings von Heckel bearbeitet worden; die wichtigeren Säugethiere wurden oben bei der Beschreibung der einzelnen Gruppen genannt. In Betreff dieser Säugethiere hebt es Suess hervor, dass sich die Fauna derselben während der neogenen Periode auffallend verändert habe, so dass, wenn man bis zum Löss hinaufsteigt (welcher durch *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Ursus spelaeus* und *Hyaena spelaea* charakterisirt ist), nicht weniger als vier successive Faunen von Landsäugethieren unterschieden werden könnten. Dagegen haben sich einige hundert Arten von jenen Conchylien, welche am Anfange derselben Periode das damalige Meer belebten, noch bis auf den heutigen Tag, und zwar grossentheils im mittelländischen Meere lebend erhalten *).

§. 461. *Tertiärformationen in Böhmen.*

A. Marine Tertiärbildung im östlichen Böhmen.

Das Wiener Bassin zieht sich von der Donaustrecke Krems-Wien-Theben aus in grosser Breite nach Nordosten, erreicht in der Linie von Znaim über Nikolsburg nach Skalitz die Gränze von Mähren, und setzt durch dieses Land

*) Sitzungsber. der Kaiserl. Akad. der Wiss., Bd. 39, 1860, S. 165.

fort bis in die Gegend von Olmütz. Seine nordwestliche Gränze läuft dort im Allgemeinen von Znaim über Brünn gegen Wischau u. s. w.; allein nördlich von Brünn sind die Spuren einer nach Norden weit vordringenden Seitenbucht des miocänen Meeres nachgewiesen worden, welche sich von Unter-Klepatschow über Blansko, dann auf dem linken Ufer der Zwittawa über Raitz, Boskowitz, Kinitz, Gewitsch, Mährisch-Trübau und Zwittau bis nach Böhmen hinein verfolgen lassen.

Man verdankt die Kenntniss dieser mährischen Seitenbucht des miocänen Meeres den Beobachtungen von A. Reuss, welcher im Jahre 1853 eine geognostische Untersuchung des an den Chrudimer Kreis angränzenden und südlich bis Blansko reichenden Theiles von Mähren ausführte, und die Resultate derselben in einer trefflichen Abhandlung veröffentlichte*).

Eine noch jetzt erkennbare Lücke des mährischen Gebirgszuges ermöglichte das Eindringen des Meerwassers bis in die angränzenden Gegenden von Böhmen, wohin sich die miocäne Formation ursprünglich von Brünn aus ununterbrochen erstreckt haben mag; gegenwärtig sind von ihr nur noch isolirte Partieen, gleichsam einzelne Lappen rückständig, aus denen sich jedoch auf ihre ehemalige Verbreitung schliessen lässt. Reuss hat in dem Landstriche zwischen Blansko und Zwittau 17 dergleichen Partieen nachgewiesen, von denen die bei Boskowitz und Kinitz die bedeutendste ist; die Mächtigkeit ist bei allen gering, und dürfte kaum irgendwo 50 Fuss überschreiten; ihre Lagerung ist horizontal oder schwach geneigt.

Es lassen sich nur zwei Glieder, nämlich Tegel und Leithakalk unterscheiden, welche in ihrer petrographischen Beschaffenheit mit den gleichnamigen Gesteinen des Wiener Bassins vollkommen übereinstimmen. Der, bisweilen mit Sandsteinschichten wechselnde Tegel bildet stets das untere, der Leithakalk das obere Glied, was sich hier weit bestimmter zu erkennen giebt, als in der Umgegend von Wien; doch reicht der Leithakalk nördlich nur bis Kinitz, während weiter nach Norden blos der Tegel vorhanden ist. Die organischen Ueberreste sind identisch mit jenen des marinen Tegels und des Leithakalkes von Wien, was sowohl für die Conchylien als auch für die von Reuss sorgfältig gesammelten und bestimmten Foraminiferen gilt; auch ist der Kalkstein bisweilen als Nulliporakalkstein ausgebildet.

Die Tegelschichten dieser marinen Formation setzen aus Mähren nach Böhmen hinein fort, an dessen östlicher Gränze sie zwischen den Städten Böhmisch-Trübau, Landskron und Zwittau in vier isolirten Ablagerungen bei Rudelsdorf, Triebitz und Abtsdorf bekannt, und durch die Einschnitte der Prag-Olmützer und der Prag-Brünner Eisenbahn aufgeschlossen worden sind. Diese durch Reuss nachgewiesenen und ausführlich beschriebenen**) Ablagerungen haben ungeachtet ihrer beschränkten Ausdehnung ein grosses Interesse, weil sie die einzigen Vorkommnisse von marinen Tertiärbildungen im Bereiche des ganzen Königreiches Böhmen sind. Sie liegen theils auf Rothliegendem, theils auf der Kreideformation, bestehen lediglich aus Tegel, sind aber, gleichwie durch ihre geographische Position, so auch durch ihre organischen

*) Im Jahrbuche der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. 5, 1854, S. 744 ff., auch in: Kurze Uebersicht der geogn. Verhältnisse Böhmens, Prag 1854, S. 78.

**) In Sitzungsber. der kaiserl. Akad. der Wiss. zu Wien, Bd. 39, 1860. S. 207 ff.

Ueberreste als die letzten nördlichen Ausläufer der grossen Tertiärformation Mährens, des Wiener Bassins, Ungarns und Galiziens charakterisirt.

Von 209 Species, welche Reuss im Jahre 1860 aufgeführt, beschrieben und zum Theil abgebildet hat, waren schon damals 163 im Wiener Bassin bekannt; dabei ist es auffallend, dass die meisten Individuen bedeutend kleinere Dimensionen erreichen, als bei Wien; was wohl aus der geringen Tiefe und dem geringen Salzgehalte dieser Seitenbucht des miocänen Meeres zu erklären sein dürfte. Die grosse Mehrzahl der Fossilien verweist den böhmischen Tegel in die marine Gruppe des Wiener Bassins; doch giebt sich in einigen Formen (wie *Cerithium pictum*, *Bulla Lajonkaireana* und *Murex sublavatus*), schon eine Annäherung an die brackischen Cerithienschichten, und in noch anderen Formen (wie *Melanopsis impressa, Nerita Grateloupana* und *Cerithium lignitarum*), eine Annäherung an die jüngsten Tegelschichten des Wiener Bassins zu erkennen. Bei Abtsdorf ist auch das Skelet eines *Dinotherium giganteum* gefunden worden.

B. Limnische Tertiärbildungen im nordwestlichen Böhmen.

Nach dieser kurzen Erwähnung der ganz localen marinen Tertiärbildung Böhmens wenden wir uns zur Betrachtung jener weit ausgedehnteren Süsswasserbildungen, welche im nordwestlichen Böhmen zu einer bedeutenden Entwickelung gelangt sind, und namentlich durch ihre Braunkohlen eine grosse nationalökonomische Wichtigkeit erlangen, weshalb sie auch gewöhnlich unter dem Mamen der Braunkohlenformation zusammengefasst werden.

Diese limnischen Bildungen füllen mehre einzelne Becken aus. Das grösste derselben ist dasjenige, welches sich längs dem südlichen Fusse des Erzgebirges, durch den Leitmeritzer und Saazer Kreis, über 12 Meilen weit von Böhmisch-Kamnitz über Tetschen, Aussig, Teplitz, Brüx, Saaz und Commotau bis nach Kaaden erstreckt, von welchem letzteren Orte aus bis in die Gegend von Schlackenwerth dasselbe theils durch ältere Bildungen unterbrochen, theils durch mächtige Basaltmassen verdeckt wird. Da der berühmte Curort Teplitz in der Mitte seiner Längenausdehnung liegt, so wollen wir es das Teplitzer Becken nennen. Die Basalt- und Phonolith-Ablagerungen des böhmischen Mittelgebirges sind im Bereiche dieses Beckens hervorgebrochen und haben mancherlei Störungen seiner ursprünglichen Lagerungsverhältnisse verursacht.

Bei Schlackenwerth beginnt ein zweites, weit kleineres und schmäleres Becken, welches sich ebenfalls am Fusse des Erzgebirges längs der Eger, bei Carlsbad und Elbogen vorbei, über 4 Meilen weit verfolgen lässt. Nach dem Orte, wo es seine grösste Breite erreicht, wird es das Falkenauer Becken genannt.

Westlich von diesem Becken, und nur durch einen schmalen Glimmerschieferwall von ihm getrennt, liegt das Egerer Becken, welches den ganzen niederen Theil des Egerlandes erfüllt, ringsum von krystallinischen Schiefern und von Graniten eingefasst wird, und sich sowohl in nordsüdlicher als auch in ostwestlicher Richtung etwa 3 Meilen weit ausdehnt.

Auch im nördlichsten Theile des Leitmeritzer Kreises, bei Grottau, finden sich Braunkohlengebilde, welche mit dem Zittauer Becken der sächsischen Lau-

sitz zusammenhängen, in Böhmen selbst aber nur einen kleinen Flächenraum bedecken.

Noch kennt man im südlichen Böhmen, nämlich im Budweiser Kreise, Ablagerungen der Braunkohlenformation, wie namentlich das Budweiser und das Wittingauer Becken; sie stehen jedoch in ihrer Mächtigkeit und Kohlenführung weit hinter den gleichnamigen Bildungen des nordwestlichen Böhmens, weshalb wir uns an gegenwärtigem Orte nur auf diese letzteren beschränken.

I. Das Teplitzer Becken*).

Die basaltischen Eruptionen des böhmischen Mittelgebirges fallen in die zweite Hälfte jener langen Periode, während welcher die Tertiärschichten dieses Beckens zum Absatze gelangten, so dass die aus der Zerstörung basaltischer Gesteine entstandenen Tuffe und Conglomerate oftmals einen wesentlichen Antheil an der Bildung der oberen Abtheilung der Braunkohlenformation nehmen, und manche Kohlenflötze mitten zwischen Basalttuffen gelagert sind, während andere sedimentäre Ablagerungen erst nach dem Abschlusse der eruptiven Formationen gebildet wurden. Man unterscheidet daher in dem Teplitzer Becken eine antebasaltische und eine postbasaltische Abtheilung, welche beide in den, während der eruptiven Periode abgelagerten (interbasaltischen) Sedimenten ihre Vermittelung finden.

1. Antebasaltische (und interbasaltische) Abtheilung (eigentliche Braunkohlenformation).

Als die wichtigsten Gesteine dieser bei weitem vorwaltenden Abtheilung sind Sandsteine, Sand, Thon, Schieferthon und Braunkohle, sowie Basalttuffe und Kohlenbrandgesteine zu nennen.

a. Sandstein. Die bekannten tiefsten Schichten des Bassins bestehen gewöhnlich aus einem bald grobkörnigen, bald feinkörnigen, weichen oder harten, weissen, hellgelben oder grauen Sandsteine, welcher dem Quadersandsteine der benachbarten Kreideformation bisweilen recht ähnlich wird, oft Körner von zersetztem Feldspath, oder grössere Körner (selten pyramidale Krystalle) von Quarz, stellenweise auch Gerölle von Quarz und anderen älteren Gesteinen enthält, und dann conglomeratartig wird. Das Cäment ist meist thonig, bisweilen aber auch kieselig, in welchem Falle das Gestein eine fast quarzitähnliche Beschaffenheit gewinnt, wie bei Ullersdorf und Janigg, an der Eremitage nördlich von Leitmeritz, bei Ossegg, Schümburg, Görkau und Czernowitz, und auf der (nördlich von Postelberg) zwischen Milay nnd Weberschan aufragenden Kuppe. Die harten Varietäten dieses Sandsteins werden bei Klostergrab, Strahl und

*) Ueber dieses Bassin finden sich ausführliche Mittheilungen in dem Werke von A. Reuss: Die Umgebungen von Teplitz und Bilin, Prag 1840, und in den Abhandlungen desselben Verfassers, welche in H. v. Meyers *Palaeontographica*, B. II, 1852, S. 1 ff., sowie in den Sitzungsberichten der kaiserl. Akad. der Wiss. zu Wien, Bd. 42, 1860, S. 55 ff. veröffentlicht worden sind. Auch Jokély gab im Jahrbuche der k. k. geol. Reichsanstalt. Bd. 9, 1858. S. 398 ff. und S. 519 ff. sehr schätzbare Beiträge zur Kenntniss des Teplitzer Bassins. Auch in dem reichhaltigen und wichtigen Werke von Zincken: Die Braunkohle und ihre Verwendung, Theil I, 1865, S. 472 ff. wird eine ausführliche Beschreibung des Teplitzer Beckens mitgetheilt, auf welche wir unsere Leser verweisen.

Czernowitz als Mühl- und Bausteine gebrochen, während die weicheren Varietäten keine derartige Benutzung gestatten.

Von organischen Ueberresten sind sie meist frei; nur an einzelnen Stellen finden sich Pflanzenreste in grosser Menge, so zumal bei Czernowitz, wo Blätter von Dikotyledonen, Zweige und Zapfen von Coniferen, Früchte anderer Art, Holz- und Rindenstücke, sowie Hohlabdrücke von Pflanzenstängeln sehr häufig vorkommen. Von thierischen Ueberresten kennt man nur bei Ossegg, Czernowitz und Prosseln Steinkerne einer *Anodonta*.

Auch in einem höheren Niveau wiederholen sich Sandsteine, welche meist weich und feinkörnig, weiss, grau oder gelblich, bisweilen braun gestreift, und oftmals mit Thon oder Schieferthon durch Wechsellagerung verbunden sind. Sie werden bisweilen reich an Glimmer, welcher ihnen selbst eine schieferige Structur verleiht, und finden sich z. B. in der Priesener Schlucht nördlich von Bilin, bei Dux, am Fusse der Wostrai, im Stirbitzer Thale und an vielen Orten in der Umgegend von Saaz.

b. Sand. Die weichen Sandsteine gehen nicht selten in ganz lose Sande über, welche meist weiss oder doch hellfarbig und mehr oder weniger fein sind. Sie finden sich, gewöhnlich mit Thonschichten wechselnd, besonders im Egerthale zwischen Saaz und Tschermig, in der von Strösen nach Nordwesten aufsteigenden Schlucht, und in den tief ausgerachelten Schrunden bei Welmschloss und Skyrl. Häufig enthalten sie Nieren oder auch Lagen von thonigem Siderit oder von Brauneisenstein.

c. Thon und Schieferthon. Weisser, grauer oder gelblicher, selten bunter, mehr oder weniger plastischer Thon, auch brauner und schwarzer kohliger Thon (sogn. Kohlenletten), sowie gelblichgraue bis kaffeebraune, oft sehr feinblätterige Schieferthone treten theils zwischen dem Sandsteine und Sande, theils auch selbständig und in bedeutender Mächtigkeit, zumal in der Nähe der Kohlenflötze auf. Sie umschliessen oft Nieren, bisweilen auch Lagen, selten (wie bei Kutterschitz und Rudiai) oolithische Körner von Siderit, und sind mitunter reich an Pflanzenabdrücken.

d. Braunkohle. Am häufigsten erscheint sie als feste gemeine Braunkohle, oder als eine compacte Moorkohle mit schmalen Zwischenlagen von schwarzer Faserkohle oder von Pechkohle. Doch bestehen die zwischen Basalttuffen gelagerten Flötze bei Binowe und Salesl (im Grosspriesener Thale) aus massiver glänzender Pechkohle, welche wegen ihrer Sauberkeit unter dem Namen Salonkohle verkauft wird; ähnliche Kohlen finden sich unter gleichen Verhältnissen in der Umgegend von Wernstadt. Oft ist die Kohle mehr oder weniger mit Eisenkies imprägnirt oder auf ihren Klüften mit kleinen Krystallen desselben überzogen. Als seltenere Vorkommnisse sind Mellit (Luschitz), Gelbeisenerz, Schwefel, Oxalit (Luschitz), Pyroretin (in der Pechkohle von Salesl), Ammoniak-Alaun (Tschermig), Fasergyps und Haarsalz zu erwähnen. Nicht selten kommen in der Braunkohle lange, breit gedrückte Holzstämme vor, welche nach allen Richtungen gestreckt sind; ja mitunter besteht das ganze Flötz aus dergleichen bituminösem Holze. Auch finden sich Stücke versteinerten oder

verkiesten Holzes, welche erstere durch Siderit, Roth- oder Brauneisenstein, oder auch durch Quarz petrificirt sind.

Die Braunkohle erscheint gewöhnlich in zwei bis drei, selten in mehreren Flötzen, von denen meist nur das tiefste bauwürdig ist, welches oft eine Mächtigkeit von 30 bis 40 Fuss erreicht, ja stellenweise bis zu 60, 80 und 100 Fuss anschwillt; doch ist auch das nächst obere oder oder zweite Flötz hier und da in bauwürdiger Stärke ersunken worden. Die in den Basalttuffen vorkommenden Pechkohlenflötze sind zwar zahlreicher, aber meist nur 1 bis 4 Fuss mächtig; dasselbe gilt von den kaum bauwürdigen Flötzen einer erdigen Braunkohle, welche in der Umgegend von Saaz bekannt und nur selten über 3 Fuss mächtig sind. Ihre grösste Mächtigkeit gewinnen die Flötze näher gegen den Fuss des Erzgebirges, in der Gegend von Aussig, Karbitz, Dux, Bilin, Oberleutensdorf und Kommotau.

e. Basalttuffe. Diese aus bald gröberem bald feinerem Schutte verschiedener Basalte bestehenden Gesteine haben meist graue, besonders grünlich- und schwärzlichgraue, aber auch braune, gelbe, rothe oder violette Farben, zeigen eine mehr oder weniger zersetzte Beschaffenheit ihrer klastischen Elemente wie ihres Bindemittels, enthalten nicht selten ganze oder zerbrochene Krystalle von Augit, Hornblende oder Glimmer, Körner von Feldspath und Olivin, auch in Klüften und anderen Cavitäten Zeolithe oder Kalkspath, und werden häufig von schmalen Kalkspath- oder Aragonit-Trümern durchschwärmt. Sie sind theils hart und fest, theils weich und locker, mehr oder weniger deutlich geschichtet, und geben sich dadurch, sowie durch die nicht seltenen Pflanzenabdrücke als sedimentäre Gesteine zu erkennen. Die feineren Varietäten gehen oft in eigenthümliche Thone oder Schieferthone über, während die gröberen Varietäten durch Aufnahme vieler Gerölle oder Fragmente von Basalt zu förmlichen Basaltconglomeraten werden.

f. Kohlenbrandgesteine. Besonders im Teplitzer Becken sind die Thone und Schieferthone der Braunkohlenformation gar häufig und in grosser Ausdehnung durch ehemalige Kohlenbrände geröstet, gefrittet, verschlackt und im hohen Grade metamorphosirt worden. Sie erscheinen meist roth, gelb, lavendelblau, oder grau und schwarz, oft grell buntfarbig, hart, spröde und klingend, bald nur halbgebrannt wie Ziegel, bald halbverglast als sogenannter Porcellanjaspis oder als Erdschlacke. Dabei ist die Schichtung undeutlich geworden; das Gestein erscheint wie zertrümmert oder aufgebläht, und manchmal zu einem wirren chaotischen Haufen zusammengestürzt. Die Sphärosiderite sind in stängeligen Thoneisenstein verwandelt. Die Asche der verbrannten Kohlenflötze bildet eigenthümliche, leichte und weiche, an der Zunge haftende Gesteine.

Diese Ablagerungen von Kohlenbrandgesteinen bilden sehr auffallende Erscheinungen, welche sich an vielen Orten vorfinden und oft über grosse Flächenräume verfolgen lassen. Nahe südlich bei Teplitz liegen mehre kleinere bei Schelenken, Straka, Krzemusch und Weboschan, während sich eine derselben von Lippnay über Nechwalitz bis Malkostiz, und eine andere unweit Brüx von Rudelsdorf bis Lischnitz über $^3/_4$ Meile weit erstreckt. Bei Netschig, nördlich von Laun, liegen ganz nahe bei einander viele Hügel, deren Gipfel insgesammt aus Kohlenbrandgesteinen

bestehen, zum Beweise, dass die Kohlenbrände schon vor den letzten Berg- und Thalbildungen Statt gefunden haben müssen. Nach Haidinger und Jokély sind diese Brände durch Selbstentzündung der Kohlenflötze an ihren ehemaligen Ausstrichen entstanden, wogegen Reuss geneigt ist, ihre Ursache in den Eruptionen benachbarter Basalte zu suchen.

Diese Gesteine sind es, welche vorzugsweise die Braunkohlenformation des Teplitzer Bassins zusammensetzen. Von einigen anderen, mehr localen und jüngeren Bildungen wird am Ende dieses Paragraphen das Wichtigste mitgetheilt werden.

Was nun die Lagerungsverhältnisse der Formation in diesem Becken betrifft, so ist zuvörderst zu bemerken, dass sie im Gebiete sehr verschiedener älterer Formationen meist abweichend und übergreifend gelagert ist. An ihrem nördlichen Rande liegt sie von Böhmisch-Kamnitz über Tetschen, Kulm bis Graupen meist auf dem Quadersandsteine, selten auf dem Pläner der Kreideformation, dann aber lehnt sie sich fast ununterbrochen an die älteren Gesteine des Erzgebirges, an Gneiss, Porphyr, Glimmerschiefer und Granit. Am südlichen Rande ruht sie von Böhmisch-Kamnitz über Leitmeritz, Bilin, Postelberg bis Tuchorschitz bei Saaz fortwährend auf der Kreideformation, weiterhin auf dem Rothliegenden und zuletzt auf den Thonschiefern, welche die Basis der böhmischen Silurformation bilden. In der Mitte des Bassins, bei Teplitz, taucht eine langgestreckte und auf ihrer Süd- und Ostseite zunächst von Pläner umgebene Porphyrpartie wie eine Insel aus der Braunkohlenformation auf.

Die Lagerung ist wohl im Allgemeinen eine sanft muldenförmige gewesen, wie sie sich auch noch gegenwärtig vielorts zu erkennen giebt; allein von Böhmisch-Kamnitz bis Brüx ist diese ursprüngliche Lagerung durch die Basalte und Phonolithe des Mittelgebirges vielfach gestört worden. Diese eruptiven Gesteine sind nämlich nach der Bildung der unteren und bei weitem mächtigeren Abtheilung der Braunkohlenformation an die Erdoberfläche gelangt, und haben dabei die Schichten derselben durchbrochen und zerrissen, stellenweise aufgerichtet oder in ein höheres Niveau gedrängt, und überhaupt sehr viele Dislocationen verursacht, welche gar häufig auch die Schichten der unterliegenden Kreideformation betrafen.

Die schönen Basaltgänge, welche im Elbthale von Aussig thalaufwärts den Sandstein der Braunkohlenformation durchsetzen, die unzweifelhaften Durchbrüche von Basalt und Phonolith, welche ebendaselbst zwischen Aussig und Tetschen zu beobachten sind, die von Reuss in seinem Werke über Teplitz und Bilin beschriebenen zahlreichen Durchbruchs- und Contact-Erscheinungen liefern die unwiderleglichen Beweise nicht nur für die eruptive Natur der genannten beiden Gesteine, sondern auch dafür, dass sie erst nach der Bildung der unteren und bedeutenderen Abtheilung der Braunkohlenformation zu Tage getreten sind.

Diesen Eruptionen des Mittelgebirges und des Duppauer Basaltgebirges ist wohl auch jedenfalls die letzte Erhebung des Erzgebirges zuzuschreiben, welche zu derselben Zeit Statt gefunden haben muss. Daher zeigen einige der dicht am Fusse des Erzgebirges hervortauchenden Partieen des unteren Sandsteins der Braunkohlenformation eine Aufrichtung ihrer Schichten bis zu 20 und 30^0, wie besonders ausgezeichnet bei Klostergrab, Ossegg und Oberleuteusdorf; auch liegt auf

dem Gipfel des Purberges bei Czernowitz eine Partie des quarzitähnlichen Sandsteins mehrere hundert Fuss hoch über der vorliegenden Oberfläche des Bassins.

Die Gliederung oder Lagerungsfolge der verschiedenen Gesteine der Braunkohlenformation scheint zwar noch nicht überall genau erforscht zu sein, dürfte sich aber meistentheils in der Weise herausstellen, dass mehr oder weniger mächtige Sandsteine die ganze Bildung eröffnen; diese unteren Sandsteine sind am Fusse des Erzgebirges, sowie im Elbthale, als dem tiefsten Durchschnitte des Bassins, von Aussig aufwärts, sehr gut zu beobachten. Ueber ihnen folgt die wichtige kohlenführende Etage, welche aus abwechselnden Schichten von Sandstein, Thon und Schieferthon (oft nur aus den beiden letzteren) nebst den eingeschalteten Braunkohlenflötzen besteht, und nicht selten wieder mit ziemlich mächtigen Sandsteinen zu Ende geht. Als das jüngste, schon in die Zeit der basaltischen Eruptionen fallende Glied ist wohl jenes, besonders auf dem rechten Elbufer bekannte, aus Basalttuffen mit eingelagerten Brandschiefern, Schieferthonen und schmalen Pechkohlenflötzen bestehende Schichtensystem zu betrachten. Noch müssen wir des Polirschiefers von Kutschlin, als einer zwar untergeordneten aber interessanten Bildung gedenken, welche zu den unteren Schichten der kohlenführenden Etage gehören dürfte.

Dieser Polirschiefer wurde in einem sehr kleinen Bassin abgelagert*), welches aber durch spätere Zerstörungen ganz unkenntlich geworden ist, so dass sein Ueberrest gegenwärtig auf der Höhe des sogenannten Tripelberges liegt, dessen oberste Kuppe aus Basalt besteht, während seine Basis von Gneiss und sein mittlerer Abhang von Pläner gebildet wird. Ueber diesem letzteren liegen zunächst gelbe oder gelblichgraue, schieferige Thone mit Gyps und Thoneisenstein, dann grünliche oder bräunliche Thone mit Süsswasserkalkstein; hierauf folgt der sogenannte Saugschiefer, ein fester, spröder, kieseliger, z. Th. in Halbopal übergehender Schiefer, und endlich der bekannte, gelblichweisse, sehr weiche und milde Polirschiefer, welcher sich ganz allmälig aus dem Saugschiefer herausbildet.

Der Polirschiefer von Kutschlin besteht bekanntlich aus Kieselpanzern von Diatomeen, sehr vorwaltend von *Gallionella distans*, zu welcher sich noch *G. varians*, *Navicula gracilis*, *N. scalprum*, *Synedra ulna*, *Podosphenia nana* und *Bacillaria vulgaris* gesellen. Ausserdem finden sich in den genannten Schichten und besonders im Saugschiefer sehr zahlreiche Pflanzenreste der kohlenführenden Etage, und ziemlich häufige Fischabdrücke, namentlich von *Perca uraschista Reuss*, *Aspius furcatus Mey.*, *A. elongatus Mey.* und *Cyclurus macrocephalus Reuss.*

Die Beantwortung der Frage, in welche Periode diese Braunkohlenformation des Teplitzer Beckens zu stellen sei, ist mit einigen Schwierigkeiten verbunden, weil uns bei Süsswasserbildungen überhaupt die organischen Ueberreste nicht immer ein ganz sicheres Anhalten gewähren, und weil die fast nur in Pflanzentheilen bestehenden Ueberreste dieses Beckens noch nicht hinreichend erforscht sind. Diese Pflanzenreste stammen aber grösstentheils aus den beiden kohlenführenden Etagen, welche einer und derselben, nämlich der miocänen Periode angehören dürften; was auch dadurch bestätigt wird, dass die weiter

*) Eine ausführliche Beschreibung dieser wohl noch antebasaltischen Ablagerung gab Reuss in seinem Werke: Die Umgebungen von Teplitz und Bilin, 1840, S. 132 ff.

unten aufgeführten postbasaltischen Bildungen in ihren Conchylien gleichfalls einen miocänen Charakter verrathen.

Was dagegen den unteren Sandstein betrifft, so würde derselbe noch in die oligocäne Periode gehören, dafern es nämlich erlaubt ist, ihn wegen der ganz ähnlichen Lagerung mit dem Sandsteine von Altsattel zu vergleichen, dessen Pflanzenreste ihn allerdings in diese Periode verweisen.

Sonach scheint es denn, dass am Ende der oligocänen und zum Anfange der miocänen Periode, im nordwestlichen Böhmen innerhalb einer Reihe von Süsswasserseen rein limnische Schichten abgesetzt wurden, während in Oesterreich, Mähren und Ungarn die marine und die brackische Gruppe der Miocänformation zur Ausbildung gelangten.

Die folgende Uebersicht einiger Pflanzen ist theils aus Heer's *Flora tertiaria Helvetiae,* theils aus Unger's *Synopsis plantarum fossilium,* theils aus den oben citirten Abhandlungen Jokély's entlehnt worden.

1) Aus dem unteren Sandsteine, in welchem bei Ossegg und Prosseln unbestimmbare Steinkerne einer *Anodonta* vorkommen, finde ich vom Purberge bei Czernowitz nur folgende Pflanzen aufgeführt: Blätter von *Dryandra acutiloba Sternb.* und *Salix angusta Braun,* sowie Zapfen von *Pinus ornata Brong.*, welche freilich nicht geeignet sind, ihn als oligocän zu charakterisiren.
2) Aus denen über der Braunkohle liegenden Schieferthonen und Sandsteinen bei Bilin sind vorzüglich zu nennen*):

Taxodium dubium Sternb.	*Cinnamomum polymorphum Braun*
Glyptostrobus europaeus Braun	*Ficus tiliaefolia Braun*
Araucarites Sternbergi Göpp.	*Dryandra acutiloba Sternb.*
Typha latissima Braun	*Dryandroides lignitum Ung.*
Liquidambar europaeum Braun	.... *basaltica Ung.*
Populus latior Braun	*Diospyros brachysepala Brong.*
Salix angusta Braun.	*Acer trilobatum Sternb.*
Alnus gracilis Ung.	... *tricuspidatum Braun*
... *Kefersteini Göpp.*	... *trifoliatum Braun*
Quercus bilinica Ung.	*Sapindus falcifolius Brong.*
Fagus Feroniae Ung.	..... *dubius Ung.*
Betula dryadum Brong.	*Zizyphus tiliaefolius Ung.*
Planera Ungeri Ett.	*Rhamnus bilinica Ung.*
Ulmus Bronni Ung.	*Berchemia multinervis Brong.*
... *longifolia Ung.*	*Juglans bilinica Ung.*
Cinnamomum Rossmaessleri Heer	*Cassia hyperborea Ung.*
.... *Scheuchzeri Heer*	... *ambigua Ung.*

Constantin v. Ettingshausen gab im Jahrbuche der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. 2, 1851, S. 154 eine allgemeine Aufzählung der in der Flora von Bilin vertretenen Pflanzen-Familien**).

*) Nach Reuss (Die Umgebungen von Teplitz und Bilin, S. 84) finden sich die vielen Pflanzenreste bei Bilin über den Braunkohlenflötzen. Zincken führt in seinem Werke: Die Braunkohlen und ihre Verwendung, Bd. I, S. 113 noch viele andere Species auf, welche sich in der Sammlung des Schlosses zu Bilin vorfinden.

**) Während des Druckes dieses Bogens ersehe ich aus dem Anzeiger der kaiserl. Akad. der Wiss. in Wien, 1865, S. 200 f., dass die längst ersehnte Arbeit Const. v. Ettingshausens über die fossile Flora von Bilin nun endlich erschienen ist. Diese Flora enthält über 150 Arten, und zeigt die meiste Uebereinstimmung mit der Tertiärflora der Schweiz.

3) Aus den sogenannten Saazer Schichten nennt Jokély:

Taxodium dubium Sternb. — *Populus mutabilis Heer*
Glyptostrobus europaeus Braun — *Salix angusta Braun*
Carpinus betuloides Ung. — *Dryandra acutiloba Sternb.*
Ulmus minuta Göpp. — *Zizyphus tiliaefolius Ung.*
. . . . plurinervia Ung. — *Acer trilobatum Sternb.*

Diese von Jokély unter dem Namen der Saazer Schichten eingeführte und dem unteren Sandsteine gleichgestellte Etage, welche in der Gegend von Saaz sehr verbreitet ist und, bei 300 bis 400 Fuss Mächtigkeit, aus einer beständigen Wechsellagerung von Sand, Schieferthon und plastischem Thone besteht, dürfte wohl nur als eine, in diesem Theile des Bassins zu sehr mächtiger Ausbildung gelangte Facies der die kohlenführende Etage beginnenden Schichten zu betrachten sein*). An ihrer südlichen Gränze liegt sie von Lippenz bis Podersam unmittelbar auf der Kreideformation oder auf dem Rothliegenden, während sie nördlich von Saaz von den kohlenreichen Schichten bedeckt wird. Den wenigen bekannten Pflanzenresten zufolge würde sie kaum eine andere Deutung zulassen; denn dieselben Pflanzen finden sich auch bei Bilin über der Braunkohle.

4) Aus dem Basalttuffe bei Binowe führt Jokély auf:

Glyptostrobus europaeus Braun — *Celastrus Andromedae Ung.*
Podocarpus eocaenica Ung. — *Juglans elaenoides Ung.*
Carpinus grandis Ung. — *. . . . latifolia Braun.*
Populus mutabilis Heer

5) In dem Basalttuffe von Waltsch fanden sich nach Jokély auf:

Astrophyllites charaeformis Göpp. — *Pinus ornata Brong.*
Pinites oviformis Endl. — *Steinhauera oblonga Sternb.*

und *Sargassites* (?) *Sternbergi Ung.*

2. Postbasaltische Bildungen.

Nachdem die Basalte und Phonolithe zur Eruption gelangt waren, wobei eine bedeutende Umgestaltung der Relief- und theilweise auch der Contourformen des Braunkohlenbassins Statt gefunden hatte, da wurden noch hier und dort, in kleinen isolirten Becken, verschiedene Süsswasserbildungen von beschränkter Ausdehnung abgesetzt, welche meist einen von der vorher gebildeten Braunkohlenformation sehr verschiedenen Charakter zeigen, dennoch aber der miocänen Periode angehören. Es sind diess diejenigen localen Bildungen, welche die postbasaltische Abtheilung der Tertiärformation des Teplitzer Beckens ausmachen Als die wichtigsten derselben sind die opalführenden Tuffe von Luschitz, sowie die Kalksteine von Kostenblatt, Waltsch, Tuchorschitz und Kolosoruk zu erwähnen.

a. Opalführende Tuffe von Luschitz**). Fast eine Meile südlich von Bilin, zwischen den Dörfern Luschitz, Schichow und Mireschowitz, liegen mitten zwischen Basaltbergen jedoch auf Pläner diese merkwürdigen Schichten, zu welchen der Basalt einen Theil des Materiales geliefert hat. Sie bestehen hauptsächlich aus deutlich geschichteten, weissen, gelben, grünen und braunen, kleinkörnigen Tuffen, welche zahlreiche dunkelbraune Glimmerschuppen und

*) Etwa derselben Schichten, welche bei Kutschlin über dem Pläner liegen.

**) Eine genaue Schilderung dieser Schichten findet sich in dem Werke von Reuss, Ueber die Umgebungen von Teplitz und Bilin, 1840, S. 188 ff.

sparsame Augitkrystalle umschliessen; am östlichen Ende des Luschitzer Thales gehen diese Tuffe in ein festes basaltisches Conglomerat, am westlichen Ende dagegen in ein dunkel schwärzlichgraues oder grünes, fast homogenes Gestein über. Sie enthalten oft Lagen von stängligem Calcit, ellipsoidische Massen eines festen, feinkörnigen, blaulichgrauen Mergelkalksteins, sowie zahlreiche, kleinere und grössere, bisweilen lachtergrosse Nester eines bunten Halbopals oder Menilites, von denen die kleineren allmälig in das Nebengestein verfliessen, während die grösseren mit einer polirschieferähnlichen Rinde umgeben sind.

Diese Kalksteine, noch mehr aber die Opale sind sehr reich an organischen Ueberresten, vorzüglich von Pflanzen, an Blättern und Hölzern von Dikotyledonen, Zweigen von Coniferen, verschiedenen Früchten und Samen, selbst an Blüthen. Auch finden sich zahlreiche Abdrücke eines Fisches, des *Leuciscus Colei Mey.*, Skelete von zwei Froscharten, der *Rana Luschitziana Mey.* und des *Asphaerion Reussi Mey.*, mehre Käfer und andere Insecten *).

b. Kalkstein von Kostenblatt. Oestlich von Bilin und südlich von Teplitz bei Kostenblatt befindet sich ein ringsum von Basaltbergen umschlossenes kleines Becken, in welchem besonders Kalksteine niedergelegt wurden. Vorwaltend ist ein gelblicher oder grauer, fester und feinkörniger, deutlich geschichteter, mitunter sogar dünnschieferiger, von vielen Kalkspathadern durchschwärmter Kalkstein, welcher bald in einen gelblichweissen erdigen Mergel, bald in einen röthlichweissen dichten Kalkstein verläuft. An der Ostseite des Berges Raudnai wird er von Streifen eines gelben, braunen oder schwärzlichen Hornsteins durchzogen, und endlich geht er in einen homogenen schwarzen Hornstein über.

An einer anderen Stelle liegt über basaltischem Conglomerate ein dunkelfarbiger bituminöser Kalkstein mit Steinkernen von *Limnaeus* **), *Planorbis* und *Cyclas*. Alle diese Kalksteine aber sind sehr reich an Blättern von Dikotyledonen, Coniferenzweigen und kleinen Samen. Am Abhange des Todtenberges findet sich auch ein grauer, kieselig-kalkiger, zum Theil in Halbopal übergehender Schiefer, welcher ausser Blattabdrücken auch Schuppen und Skelete von *Aspius furcatus Mey.* enthält.

c. Kalkstein von Waltsch. Dieser, am Galgenberge bei Waltsch liegende Kalkstein ist ausgezeichnet plattenförmig und schieferig, feinkörnig, gelb, wechselt mit Schichten eines kleinkörnigen, von braunen Glimmerschuppen erfüllten Basalttuffes, und enthält ausser mancherlei Pflanzenresten auch schöne Fischabdrücke, namentlich von *Leuciscus Stephani Mey.*, *L. Colei Mey.* und *Esox Waltschanus Mey.*

d. Kalkstein von Tuchorschitz. Derselbe erfüllt unweit Saaz, zwi-

---

*) Die Dekapoden, Fische, Batrachier und Säugethiere aus diesen Süsswasserschichten des Teplitzer Bassins beschrieb Hermann v. Meyer, in *Palaeontographica*, Bd. II, 1852, S. 43 ff., während die Conchylien von Reuss, ebendaselbst S. 16 ff. und in den Sitzungsberichten der kaiserl. Akad. der Wiss. zu Wien, Bd. 42, 1860, S. 55 ff. beschrieben und abgebildet wurden.

**) In früheren Capiteln haben wir *Limnaea* geschrieben; allein *Limnaeus* ist der ältere und daher wohl beizubehaltende Name.

schen Tuchorschitz und Grosslipen, eine kleine Mulde im Plänersandstein, und ist durch grosse Steinbrüche aufgeschlossen. Er erscheint in der Tiefe als ein fester, dichter, isabellgelber bis gelblichbrauner, an Nestern und Adern von Kalkspath reicher, ganz oben aber als ein weicher, poröser und sinterähnlicher, gelblichweisser Kalkstein.

Jene unteren Schichten sind stellenweise sehr reich an Petrefacten, vorzüglich von Conchylien, unter denen sich als recht häufige Formen die folgenden bemerkbar machen:

Helix obtusecarinata Sandb.
* . . . *euglypha Reuss*
. . . *deflexa Braun*
. . . *Zippei Reuss*
* . . . *denudata Reuss*
. . . *osculum Thom.*
* . . . *semiplana Reuss*
* *Glandina Sandbergeri Thom.*
* . . . . . *oligostropha Reuss*
* *Bulimus complanatus Reuss*
Clausilia vulgata Reuss
* *Limnaeus subpalustris Thom.*
* *Planorbis declivis Braun*
* . . . . . *solidus Thom.*
* . . . . . *decussatus Reuss*
* *Cyclas pseudocornea Reuss*
* . . . *prominula Reuss*,

während viele andere Species weit seltener, ja theilweise sehr selten gefunden werden; die mit einem * bezeichneten Species kommen auch bei Kolosoruk und zum Theil bei Kostenblatt vor. In demselben Kalksteine finden sich auch, zugleich mit vielen unbestimmbaren Blattabdrücken, zwei Früchte, nämlich *Juglans dilatata Reuss* und *Pyronella lacunosa Reuss.*

e. Kalkstein von Kolosoruk. Bei Kolosoruk, südwestlich von Luschitz, findet sich über den Kohlenbrandgesteinen auf beschränktem Raume ein Süsswasserkalkstein, welcher theils nur einzelne Knollen innerhalb eines bräunlichen oder graulichen Mergels, theils zusammenhängende aber sehr zerklüftete und undeutlich geschichtete Massen bildet. Derselbe ist fest, dicht, homogen, gelb oder graulich, von vielen cylindrischen Hohlräumen durchzogen oder mit unregelmässigen Blasenräumen erfüllt; stellenweise geht er jedoch in einen weichen, erdigen, sehr porösen und sinterähnlichen Mergel über.

Der feste Kalkstein ist sehr reich an Conchylien, von denen *Planorbis declivis* besonders vorwaltet, nächstdem *Limnaeus subpalustris* recht häufig ist, während viele andere nur mehr oder weniger selten vorkommen. Von Pflanzenresten haben sich bis jetzt nur runde, schilfähnliche Stängel und einzelne Holzstücke gefunden.

Mit dem Kalksteine von Kolosoruk hängt die Mergel-Ablagerung von Püllna, Saidschiz und Sedlitz zusammen, in deren Gebiete die bekannten Bitterwasser vorkommen. Sie ist höchstens 30 Fuss mächtig, und besteht aus thonigen Mergeln, welche ausser zahllosen Basaltfragmenten auch Kalksteinknollen, Gypsnester, Pyritnieren, sowie Kugeln und Platten von Aragonit enthalten, übrigens noch mit den Sulphaten von Magnesia und Natron imprägnirt sind, durch deren Auslaugung das Bitterwasser entsteht.

Ueber das Alter dieser Süsswasserkalksteine bemerkt Reuss in Uebereinstimmung mit Sandberger, dass sie dem Landschneckenkalke von Hochheim im Mainzer Becken, zum Theil wohl auch dem dortigen Litorinellenkalksteine zu vergleichen sein dürften, und daher jedenfalls für miocän zu erklären sind. Der Charakter der kleinen Fauna ist vorherrschend mediterran, jedoch mit Beimengung einiger subtropischen Formen.

§. 462. *Fortsetzung; Falkenauer Becken.*

Das grossentheils auf dem linken Ufer der Eger liegende Falkenauer Becken ist besonders im Egerthale selbst, aus der Gegend von Carlsbad über Elbogen und Falkenau bis nach Maria-Kulm sehr schön aufgeschlossen. Bei Carlsbad hat es noch eine geringe Breite; allein weiterhin dehnt es sich bis an den Fuss des Erzgebirges aus, so dass es bei Falkenau über eine Meile breit wird. Die beiden Städte Carlsbad und Elbogen liegen an seiner südlichen Gränze, schon im Gebiete des Granites. Aber auch südlich von Carlsbad, auf dem Plateau des dortigen Granitgebirges zwischen Carlsbad, Petschau und Buchau, erscheinen in unterbrochener Lagerung und auf bedeutender Höhe isolirte Partieen der Braunkohlenformation; gleichsam rückständige Lappen derselben, welche bei der, durch die Eruption des Duppauer Basaltgebirges verursachten Erhebung des Carlsbader Granites zugleich mit diesem weit über ihr ursprüngliches Niveau emporgedrängt, und durch spätere Abtragung und Erosion von einander getrennt worden sind.

Auch in diesem Becken *) lässt sich eine antebasaltische und eine postbasaltische Abtheilung der Tertiärformation unterscheiden, welche zwar beide im Allgemeinen den Charakter einer Braunkohlenbildung zeigen, dennoch aber gewisse Verschiedenheiten der Gesteine und der Lagerungsverhältnisse darbieten, welche ihre Unterscheidung auch da ermöglichen, wo die (überhaupt nur selten vorhandenen) basaltischen Zwischenglieder vermisst werden.

1. Antebasaltische Abtheilung. (Untere Braunkohlenformation.)

Die Gesteine dieser Abtheilung des Falkenauer Beckens sind grossentheils ähnlich denen der gleichnamigen Abtheilung des Teplitzer Beckens; wir finden nämlich abermals einen unteren Sandstein, über welchem Thone und Schieferthone liegen, welche beide, nebst einzelnen Lagen von Sand und Sandstein, die eigentliche Lagerstätte der Braunkohlenflötze bilden.

a. Unterer Sandstein. Ein meist fester, bisweilen lockerer, theils feinkörniger und oft quarzitähnlicher, theils grobkörniger bis conglomeratähnlicher Sandstein, von weisser, hellgrauer, oder gelblicher bis gelblichbrauner Farbe; bisweilen wird die Struktur porphyrartig durch eingesprengte grössere Quarzkörner von dunklerer Farbe, wie namentlich in den semikrystallinischen harten Varietäten. Die ziemlich mächtigen Schichten werden oft durch schmale

*) Ueber das Falkenauer Becken sind besonders nachzusehen: v. Cotta, in Rossmässler's Beiträgen zur Versteinerungskunde, 1840, S. 5—11, wo auch zuerst die Unterscheidung einer unteren und oberen Braunkohlenformation aufgestellt wurde; v. Hochstetter, im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. 7, 1856, S. 328, sowie dessen Werk, Karlsbad, seine geognostischen Verhältnisse und Quellen, 1856, S. 34 ff.; Jokély, im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. 8, 1857, S. 492 ff.; Reuss, ebendaselbst Bd. 1, 1850, S. 692 ff., sowie in dem den deutschen Naturforschern gewidmeten Werke, Carlsbad, Marienbad, Franzensbad und ihre Umgebung, 1862, S. 38—48; und endlich Zincken, Die Braunkohle und ihre Verwendung, Bd. I, 1865, S. 460 ff.

Lagen eines feinkörnigen, glimmerigen und etwas schieferigen Sandsteins abgesondert; auch finden sich bisweilen Schichten von ganz losem Sande. Die sehr kieseligen, quarzit- oder hornsteinähnlichen Varietäten bilden oftmals nur ganz ungestaltete, bis lachtergrosse Concretionen, welche im weichen Sandsteine oder selbst im losen Sande stecken und, nach Fortspülung ihrer Umhüllung, als grosse isolirte Blöcke einzeln oder haufenweise auf der Erdoberfläche herumliegen *). Die Mächtigkeit dieser Sandstein-Etage dürfte bei Altsattel im Egerthale, wo sie am besten entblöst ist, 100 Fuss erreichen.

In der Gegend von Carlsbad (am Steinberge neben dem Schiesshause, am Glitschenberge über dem Wiesenthal und bei Fischern) ist der Sandstein gleichfalls sehr gut zu beobachten; wie er denn auch am Fusse des Erzgebirges, von Doglasgrün über Unter-Neugrün bis Boden, theils anstehend, theils in vielen zerstreuten Blöcken vorkommt, auch im Thale der Zwodau den Steinberg bei Davidsthal bildet. Die von Lanz und Löwenhof gegen Littmitz verbreiteten ähnlichen Gesteine dürften nach Reuss der oberen Abtheilung der Formation angehören.

Diese untere Sandstein-Etage ist stellenweise, wie z. B. bei Altsattel und Davidsthal sehr reich an Pflanzenresten, welche theilweise zuerst von Rossmässler**), dann von Unger und von Ettingshausen beschrieben und bestimmt worden sind. Es sind meist Blattabdrücke, zum Theil auch Coniferenzapfen, nebst grösseren und kleineren Fragmenten von verkieselten Hölzern und Hohlabdrücken verschiedener Pflanzenstängel und Wurzeln.

Das folgende Verzeichniss giebt eine Uebersicht der wichtigsten bei Altsattel gefundenen Formen.

Pinites hordeaceus Rossm.
. . . . oviformis Endl.
. . . . ovatus Sternb.
Steinhauera subglobosa Sternb.
Peuce Hoedliana Ung.
Culmites Göpperti Münst.
Flabellaria Latania Rossm.
Phoenicites salicifolia Ung.
. . . . . . angustifolia Ung.
Populus Leuce Ung.
Salix arcinervia Web.
Carpinus grandis Ung.
Quercus furcinervis Rossm.
. . . . Apocynophyllum Ett.
Ficus arcinervis Rossm.
. . . laurogene Ett.
Platanus sterculiaefolia Ett.
Laurus acutangula Ett.
Magnolia bohemica Ett.
Cinnamomum Rossmässleri Heer
. . . . lanceolatum Heer
. . . . polymorphum Heer
Dryandroides lignitum Ung.
. . . . banksiaefolia Ung.
Apocynophyllum latifolium Ett.
Olea borealis Ett.
Fraxinus ambigua Ett.
Myrtus bohemica Ett.
Acer Hörnesi Ett.
Rhamnus Rossmässleri Ung.
Juglans Ungeri Heer
. . . . costata Ung.
Cassia Berenices Ung.
. . . hyperborea Ung.

*) Es sind diess die früher sogenannten Trappquarze, welche aber zu dem Trapp oder Basalte in gar keiner Beziehung stehen. Bei Schobrowitz unweit Carlsbad bilden dergleichen Blöcke nach v. Hochstetter ein wahres Felsenmeer; aber auch auf dem Plateau des Carlsbader Gebirges, am Veitsberge und bei Espenthor, finden sich ähnliche Blockablagerungen.

**) Beiträge zur Versteinerungskunde, 1840; die sehr naturgetreuen Bilder wurden durch eine Art von Naturselbstabdruck erhalten, wie er später in anderer Weise durch v. Ettingshausen so erfolgreich angewendet worden ist.

Cassia ambigua Ung.	*Fasciculites didymosolen Cotta.*
Chrysophyllum reticulosum Rossm.	

Vom Steinberge bei Davidsthal führt Jokély folgende Species auf:

Cyperus Chavannesi Heer	*Quercus Charpentieri Heer*
Taxodium dubium Sternb.	*Platanus aceroides Göpp.*
Alnus gracilis Ung.	*Laurus princeps Heer*
Ulmus plurinervia Ung.	*Cinnamomum Rossmässleri Heer*
Carpinus grandis Ung.	. . . . *lanceolatum Heer*
Quercus elaena Ung.	*Terminalia radobojensis Ung.*

Aus denen bei Altsattel vorkommenden Pflanzenresten ergiebt sich nach Heer, dass diese untere Sandstein-Etage der aquitanischen Stufe Karl Mayer's, also noch der oligocänen Periode angehört.

b. Braunkohlenführende Etage. Diese dem Sandsteine aufliegende Etage wird vorwaltend von verschiedenen Thonen und Schieferthonen, denen oft Schichten von weichem Sandstein, von Sand oder Geröll eingeschaltet sind, sowie von Braunkohlen gebildet.

Die Thone sind mehr oder weniger rein, bisweilen sehr rein und plastisch, zur Töpferei geeignet (Waldl, Kloben, Neugrün, Robesgrün), oder auch sandig und glimmerig, gewöhnlich grau, aber auch gelb, braun bis schwarz (Kohlenletten). Oft enthalten sie sehr viel Pyrit oder Markasit, welche theils in Krystallgruppen oder in kugeligen und knolligen Concretionen, theils eingesprengt in gleichmässiger Vertheilung, aber bisweilen so reichlich vorhanden sind, dass sie gewonnen und zur Darstellung ven Schwefel, Schwefelsäure, Vitriol und Alaun benutzt werden; (Altsattel, Littmitz, Haberspirk, Münchhoff). Die Schieferthone scheinen seltener vorzukommen, sollen aber bisweilen viele Blattabdrücke und andere Pflanzenreste enthalten.

Kaolin oder Porcellanerde, durch Zersetzung des Granites entstanden und demselben unmittelbar aufliegend, bildet Bei Zettlitz unweit Carlsbad eine 24 bis 48 Fuss mächtige Ablagerung, in welcher Pyritknollen und Hornsteinknauer als secundäre Bildungen vorkommen; auch bei Ober-Rohlau wird viel Kaolin gewonnen.

Kohlenbrandgesteine finden sich auch im Gebiete des Falkenauer Beckens; so z. B. bei Lessau an der Strasse von Carlsbad nach Schlackenwerth, nördlich von Zettlitz, bei Königswerth unterhalb Falkenau, am Steinberge bei Davidsthal, bei Zieditz und Maierhöfen.

Die Kohlenflötze bestehen meist aus einer compacten Braunkohle mit Zwischenlagen von Pechkohle und Faserkohle, bisweilen aus Glanzkohle, und sind oft reichlich mit Pyrit imprägnirt. Ihre gewöhnliche Mächtigkeit schwankt von 3 bis zu 20 Fuss; meist beträgt sie 5 bis 8 Fuss; in der Gegend von Haberspirk kennt man jedoch ein kiesreiches Flötz von 36 Fuss, und ein anderes, welches 60 bis 90 Fuss mächtig ist. Dergleichen Anschwellungen lassen vermuthen, dass die Flötze bisweilen aus aneinander gereihten Lenticularstöcken bestehen. Oft liegen 3 bis 4, durch mehr oder weniger mächtige Thonlagen getrennte Flötze über einander, während das oberste Flötz bisweilen noch von bedeutenden Schieferthon- oder Thonmassen bedeckt wird.

Die Gesammt-Mächtigkeit dieser Etage dürfte bis 120 Fuss betragen.

Die Pflanzenreste dieser Etage scheinen im Falkenauer Becken noch sehr wenig bekannt zu sein, denn ich habe in der mir zugänglichen Literatur nichts finden können, was mit Sicherheit hierher zu rechnen wäre. Dennoch ist man wohl der Lagerung zufolge berechtigt, diese Etage der gleichnamigen Etage des Teplitzer Bassins gleich zu stellen, und demnach für miocän zu halten.

Die Architektur und die Lagerung der ganzen unteren Abtheilung verweisen uns auf viele und bedeutende Störungen, denen sie nach ihrer Bildung unterworfen gewesen sein muss. Die Lagerungsform ist zwar im Allgemeinen eine muldenförmige; allein es finden sich vielorts theils an den Rändern, theils im Innern des Beckens sehr bedeutende Aufrichtungen und Verwerfungen der Schichten, deren Ursache wohl mit Recht in den Eruptionen des Duppauer Basaltgebirges gesucht wird, welche mit gewaltsamen und grossartigen Bewegungen der westlich angränzenden Regionen verbunden waren; mit Bewegungen, denen auch die Emportreibung des Carlsbader Granitgebirges und des ihm aufliegenden Theiles der unteren Braunkohlenformation zu grosser Höhe über das allgemeine Niveau des Beckens zugeschrieben werden muss *).

Nach Jokély schwankt die Neigung der Schichten gewöhnlich von 5 bis 20°; allein stellenweise wird sie viel grösser. Am unteren Ende von Carlsbad, im Hofe des Gasthauses zur Stadt Schneeberg, stehen die Schichten des Sandsteins unmittelbar vor dem Granite bis zu 80° aufgerichtet. Besonders der Kohlenbergbau hat viele Schichtenstörungen erkennen lassen; bei Haberspirk, Maierhöfen und Unter-Reichenau zeigen die Kohlenflötze eine Neigung von 15 bis 25°; bei Littengrün, Lauterbach und Davidsthal geht ihre Aufrichtung bis 30 und 40°, ja bei letzterem Orte stellenweise bis zu 45°.

2. Postbasaltische Abtheilung; (Obere Braunkohlenformation).

Nach der Bildung des Duppauer Basaltgebirges wurden in dem tieferen Theile des Falkenauer Beckens abermals sedimentäre Schichten abgesetzt, welche die jüngere oder postbasaltische Abtheilung der dortigen Braunkohlenformation bilden, und in diesem Becken auch wirklich reich an Braunkohlen sind, was in dem Teplitzer Becken nicht der Fall ist.

Dass aber diese Schichten wirklich erst nach den Basalt-Eruptionen gebildet wurden, diess ergiebt sich daraus, dass an manchen Stellen basaltische Gesteine zwischen ihnen und der unteren Braunkohlenformation abgelagert sind. Bei Königswerth unterhalb Falkenau liegt unter den dortigen Cypris-Schiefern und Kohlenbrandgesteinen ein Basaltconglomerat mit zahlreichen Brocken von Braunkohle, Sandstein und verkieseltem Holze. Ein ähnliches Conglomerat bildet südlich von Falkenau bei dem Dorfe Schäferei einen flachen Rücken über der unteren Braunkohlenformation. Bei Fischern unweit Carlsbad findet sich am Kappelberge der Ausstrich einer ausgedehnten Tuffablagerung, welche von dort aus nach Nordosten die jüngere Braunkohlenformation deutlich unterteuft; und ähnliche Lagerungsverhältnisse wiederholen sich noch an anderen Puncten.

---

*) F. v. Hochstetter und Jokély erklären diese Erscheinung durch eine Bewegung im entgegengesetzten Sinne, indem sie das Becken ursprünglich in der Höhe des Carlsbader Granitgebirges voraussetzen, und dann ein Einsinken desselben bis zu seiner gegenwärtigen Tiefe annehmen.

Auch zeigt diese jüngere Abtheilung der Braunkohlenformation meist eine horizontale oder nur sehr wenig geneigte Schichtenlage, ohne jene Störungen der Architektur und Lagerung erkennen zu lassen, welche in der älteren Abtheilung so häufig zu beobachten sind.

Die obere Abtheilung der Braunkohlenformation wird im Falkenauer Becken vorwaltend von Schieferthonen und Thonen gebildet, denen nur selten Schichten von Sand und weichem Sandstein, aber recht mächtige Braunkohlenflötze eingeschaltet sind.

Die Schieferthone haben grossentheils eine von jener der unteren Schieferthone abweichende Beschaffenheit; sie sind asch-, gelblich- oder grünlichgrau, bisweilen auch braun, sehr dünnschieferig und an der Luft sich aufblätternd, bisweilen reich an Abdrücken einer kleinen Cypris (*Cypris angusta Reuss*) und an mancherlei anderen thierischen Ueberresten *). So erscheinen sie z. B. bei Königswerth, Zwodau, Lanz, Löwenhof und Grasset; ja bei den zuletzt genannten beiden Orten werden sie fast dysodylähnlich, und sind der Aufblätterung dermaassen unterworfen, dass sich die zähen Schieferlamellen wie die Blätter eines Buches oder einer Spielkarte von einander ablösen. An anderen Orten zeigen die Schieferthone die gewöhnliche Beschaffenheit. Bei Haberspirk enthält der Schieferthon ein paar Schichten von Kalkmergel; die mit ihm bisweilen wechselnden Sande und Sandsteine sind meist feinkörnig, weiss oder eisenschüssig.

Selten sind Quarzite; doch glaubt Reuss, dass das bei Löwenhof und Littmitz im aufgeschwemmten Lande vorkommende Gestein der Art aus der oberen Abtheilung der Formation stammt. Dasselbe ist ein meist hellfarbiger, selten braunrother oder schwärzlicher Hornstein, welcher in einzelnen Blöcken auftritt, und Wurzelstöcke von *Nymphaea Arethusae*, *Culmites Göpperti*, sowie unbestimmbare Hohlabdrücke von Pflanzenstängeln enthält.

Die Thone sind meist grau, und mehr oder weniger rein, scheinen aber überhaupt eine mehr untergeordnete Rolle zu spielen, und nur nach oben eine grössere Bedeutung zu gewinnen. An vielen Orten nämlich, wie z. B. bei Kloben, Maierhöfen, Davidsthal, Haberspirk und Grasset, endigt diese Abtheilung mit grauen oder bräunlichen Thonen, welche zahllose Knollen von eisenschüssigem Sandstein, sowie Nieren von Thoneisenstein und thonigem Siderit enthalten.

Auch bei Putschirn, nordwestlich von Carlsbad findet sich ein eisenschüssiger Letten mit grossen Nestern von braunem Thoneisenstein, welche mit zahlreichen Blattabdrücken, mit Früchten von *Juglans*, Zapfen von Coniferen und mit anderen Pflanzentheilen erfüllt sind.

Die Kohlenflötze dieser Abtheilung bestehen nach Reuss theils aus Moorkohle, theils aus Lignit; nach Jokély sind es jedoch meist Lignitflötze, welche aber grossentheils recht mächtig werden. An den meisten Puncten, wo Kohlenbergbau getrieben wird, scheint nur ein Flötz bekannt zu sein, dessen Mächtigkeit sehr verschieden ist, wie z. B. bei Falkenau und Zwodau von 10

*) Es sind dieselben Schieferthone, welche auch im benachbarten Becken von Eger auftreten, und von Reuss Cyprisschiefer genannt werden.

bis 36 Fuss, bei Lauterbach 42, bei Haberspirk 62, und bei Davidsthal bis 72 Fuss. An letzterem Orte ist der über der Kohle liegende Schieferthon bis 60, an anderen Orten nur 20 oder 30 Fuss durchsunken worden.

Auch Kohlenbrandgesteine kommen im Gebiete der oberen Abtheilung vor, wie z. B. bei Haberspirk, wo sie durch Schieferthon von dem tiefer liegenden Lignitflötze getrennt werden; es muss also dort früher ein oberes Flötz existirt haben, welches durch Selbstentzündung verbrannt ist.

Ueber die Pflanzenreste dieser oberen Abtheilung des Falkenauer Beckens haben Reuss und Jokély einige Aufzeichnungen mitgetheilt, aus denen sich noch der miocäne Charakter der Flora erschliessen lässt; doch würden nach Heer die mit aufgeführten Früchte von *Podogonium Knorri* und die Blätter von *Pisonia lancifolia* schon auf ein sehr jugendliches, den Oeninger Schichten entsprechendes Alter der betreffenden Schieferthone verweisen.

Aus dem oberen Sandsteine und Thone bei Falkenau nennt Jokély:

Planera Ungeri Ett. — *Cinnamomum Scheuchzeri Heer*
Betula prisca Ett. — *Juglans costata Ung.*
Fagus Deucalionis Ung. — . . . . *ventricosa Brong.*

Aus dem Schieferthone von Grasset führt derselbe Beobachter an:

Pinites ambiguus Ung. — *Sophora europaea Ung.*
. . . . *rigios Ung.* — *Sapotacites minor Ett.*
Laurus primigenia Ung. — *Cinnamomum polymorphum Heer*
Bumelia Oreadum Ung. — *Podogonium Knorri Braun*
Celastrus Persei Ung. — *Pisonia lancifolia Heer.*
Eugenia Apollinis Ung.

Reuss nennt aus dem Thoneisensteine von Putschirn Früchte von *Juglans*, von *Fagus Deucalionis* und *Steinhauera subglobosa*, auch Blätter von *Alnus Kefersteini*, sowie aus den Hornsteinen von Löwenhof und Littmitz *Nymphaea Arethusae* und *Culmites Göpperti*.

Die allgemeine Lagerung dieser oberen Braunkohlenformation ist flach muldenförmig, mit einem Einfallen der Schichten von 6 bis 12° gegen das Innere, wo sie meist horizontal oder unbestimmt schwebend liegen. Daher findet oft eine discordante Lagerung gegen die Schichten der unteren Braunkohlenformation Statt, von deren Dislocationen diese obere Abtheilung nicht mit betroffen worden ist, weil ja solche Dislocationen durch die mit den Basalt-Eruptionen verbundenen letzten Hebungen des Erzgebirges und des Carlsbader Gebirges hervorgebracht wurden, nach welchen erst die Bildung der oberen Braunkohlenformation ihren Anfang nahm.

Dass v. Hochstetter und Jokély statt dieser Hebung der genannten beiden Gebirge eine Senkung des mit der unteren Braunkohlenformation erfüllten Bassins annehmen, dies wurde bereits oben erwähnt. Wir glauben uns mit Reuss der gegentheiligen Ansicht anschliessen zu müssen.

§. 463. *Fortsetzung; Egerer Becken.*

Westlich vom Falkenauer Becken, in dem Winkel zwischen dem Erzgebirge, Fichtelgebirge und Böhmerwald-Gebirge breitet sich das Tertiärbecken von Eger aus. Ein hoher, aus Glimmerschiefer bestehender, aber gegenwärtig bei

Maria-Kulm und Königsberg von der Eger durchbrochener Damm bildete schon ursprünglich die Gränze zwischen beiden Becken, und ragt noch jetzt bei Maria-Kulm mehr als 500 Fuss über der Eger auf.

Das Egerer Becken *) dehnt sich in nordsüdlicher Richtung aus der Gegend von Schönbach bis Alt-Kinsberg über 3 Meilen, und in ostwestlicher Richtung von Königsberg über Mühlbach bis nach Bayern hinein fast eben so weit aus. Die Stadt Eger liegt an seiner südwestlichen, die Stadt Königsberg an seiner östlichen Gränze, während Franzensbad, Trebendorf und Nebanitz ungefähr in seiner mittleren Region gelegen sind. Rings umgeben von älteren krystallinischen Silicatgesteinen erscheint es als ein flachhügeliges Terrain, mit einer mittleren Höhe von 1400 Fuss über dem Meeresspiegel, welches von der Eger mit mancherlei Windungen aber im Allgemeinen in westöstlicher Richtung durchschnitten wird. Basaltische Gesteine treten nirgends in seinem Gebiete auf; wohl aber liegt nahe an seiner Gränze zwischen Eger und Franzensbad der Kammerbühl, einer von den wenigen ächt vulcanischen Puncten in Mittel-Teutschland.

Auch in diesem Becken gruppiren sich die Schichten der Tertiärformation in eine untere und eine obere Abtheilung; der gewöhnliche Mangel an Entblösungen und Durchschnitten der unteren Schichten erschwert jedoch das genauere Studium ihrer Natur und Aufeinanderfolge, während die obere Abtheilung mit Sicherheit als das Aequivalent der gleichnamigen Abtheilung des Falkenauer Beckens erkannt worden ist.

1. Untere Abtheilung.

Der untere (oligocäne) Sandstein, welcher in den Becken von Teplitz und Falkenau als die Grundlage der eigentlichen Braunkohlenformation auftritt, scheint in dem Egerer Becken theils gänzlich zu fehlen, theils nur hier und dort an den Rändern desselben durch lockeren Quarzsand und durch vereinzelte Blöcke von Sandstein angezeigt zu sein. Doch ist dicht am nordwestlichen Rande, bei Tannenberg zwischen Franzensbrunn und Hasslau, der Sandstein in der grossen Mächtigkeit von 90 Fuss mit einer 30 Fuss mächtigen Thon-Einlagerung durchsunken worden **).

Auch die übrigen Glieder der unteren Abtheilung haben in dem Egerer Becken eine weit geringere Entwickelung gefunden, als in den beiden anderen Bassins. Doch lassen sich die unter den Cyprisschiefern liegenden plastischen und schieferigen Thone nebst den ihnen eingelagerten Braunkohlenflötzen wohl mit Recht als die Vertreter der unteren Braunkohlenformation betrachten.

---

*) Die neuesten und besten Mittheilungen über die Tertiärbildungen dieses Bassins gaben: Reuss, in einer Abhandlung über die geognostischen Verhältnisse des Egerer Bezirks (Abhandl. der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. I, 1852, S. 58 ff.) und in dem Werke: Carlsbad, Marienbad und Franzensbad, 1862, S. 50 ff., sowie Jokély im Jahrbuche der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. 8, 1857, S. 466 ff. Auch gab Haidinger in den Abhandlungen der k. böhmischen Ges. der Wiss. vom Jahre 1839 Nachricht über das Vorkommen von Pflanzenresten in den Braunkohlengebilden des Elbogener Kreises.

**) Reuss, Abhandlung der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. I, S. 60.

Thon und Schieferthon. Ein mehr oder weniger zäher, bisweilen pyritreicher Thon, von meist grauer oder brauner aber auch weisser Farbe ist mehrorts als das Material der tieferen Schichten nachgewiesen worden. Oft sind ihm mächtige Lager von weissem oder gelbem Sande eingeschaltet, auch geht er nicht selten in einen mehr oder weniger sandigen oder glimmerigen Schieferthon über. Ob die Ablagerungen von plastischem Thone zwischen Steinhof, Kulsam, Lapitzfeld und Rolassengrün (südwestlich von Königsberg), sowie jene nordöstlich von Wildstein (am nordwestlichen Bassinrande), welche abgebaut werden, der unteren Abtheilung angehören, diess ist nach Reuss zwar wahrscheinlich, aber noch nicht ganz gewiss.

Die Braunkohlenflötze scheinen grösstentheils der unteren Abtheilung anzugehören, wie sich mit Jokély schon daraus schliessen lässt, das fast alle diejenigen Orte, wo man bis jetzt Braunkohle gefunden hat, nahe am Rande des Bassins liegen. Die Kohle selbst ist meist Moorkohle, von gelblichbrauner oder schwärzlichbrauner Farbe und erdiger oder compacter Beschaffenheit; seltener erscheint sie als Lignit*). Ueberhaupt aber sind bis jetzt nur an wenigen Orten bauwürdige Kohlenflötze gefunden, oder durch den Bergbau nachhaltig in Angriff genommen worden.

Bei Königsberg kennt man ein Lignitflötz von 30 Fuss Mächtigkeit, welches unmittelbar von Cyprisschiefern bedeckt wird, und daher möglicherweise in die obere Abtheilung gehören dürfte; bei Neukirchen ist ein 9 bis 12 Fuss starkes Lignitflötz und, 30 Fuss tiefer, ein 36 Fuss mächtiges Flötz von Moorkohle ersunken worden; das obere Flötz wird von den höher liegenden Cyprisschiefern durch 12 Fuss Sand und Thon getrennt. Auf dem Marktplatze in Eger ist ein fast 8 Fuss mächtiges Flötz erbohrt worden. Bei Zweifelsreuth unweit Neukirchen kamen in einem 18 Fuss mächtigen Kohlenflötze, ausser Pyritknollen und verkiestem Holze, auch Nester von Melanchym oder Pyropissit (Wachskohle) vor.

Von Pflanzenresten sind aus dieser Abtheilung der Formation noch sehr wenige bekannt worden; doch reichen sie hin, um zu beweisen, dass wir es auch hier mit einem Gliede der miocänen Formation zu thun haben. Aus dem sehr glimmerreichen Schieferthone vom Maierhofe Sorg, dicht an der nordwestlichen Gränze des Bassins, werden Blätter von *Cinnamomum Rossmässleri*, Zweige von *Taxodium dubium*, Früchte von *Amygdalus Hildegardis Ung.*, *Am. persicoides Ung.*, *Juglans ventricosa Brong.* und zwei Arten von Pinuszapfen genannt; aus dem Schieferthone von Krottensee (südlich von Königsberg) aber erwähnt Jokély *Pinites rigios Ung.*, *Alnus Kefersteini Göpp.* und *Cinnamomum Scheuchzeri Heer.* Auch bei Markhausen an der bayerischen Gränze liegen über dem sehr pyritreichen Lignitflötze graue Schieferthone mit Abdrücken von *Taxodium dubium* und von Dikotyledonen-Blättern, welche denen von Bilin zum Verwechseln ähnlich sind.

Obgleich die Lagerung dieser unteren Abtheilung im Allgemeinen eine flach muldenförmige ist, so kommen doch stellenweise Aufrichtungen der

---

*) Die Angaben hierüber stimmen nicht ganz überein; doch scheint der Lignit bisweilen, eben so wie in dem benachbarten Falkenauer Bassin, sehr vorzuwalten; vgl. Zincken, S. 459 f.

Schichten vor, welche beweisen dürften, dass auch das Egerer Bassin von jenen Bewegungen der äusseren Erdkruste ergriffen worden ist, die mit den Eruptionen der Basalte verbunden waren. Daher lässt sich denn auch hier diese Abtheilung der Braunkohlenformation als eine antebasaltische bezeichnen, obgleich sie nur an ihrer südlichen Gränze, bei Unter-Wildenhof (zwischen Alt-Kinsberg und Wies), mit den Basalten in unmittelbare Berührung gekommen ist*). Das wesentlich aus Geschieben von Quarz und Thonschiefer bestehende und von Brauneisenstein-Trümmern durchschwärmte Conglomerat bei Pograth, unweit Unter-Wildenhof, in welchem Gerölle eines schwarzen, olivinhaltigen Basaltes vorkommen, liefert das einzige Beispiel eines unzweifelhaft postbasaltischen Gesteins im Gebiete des Egerer Bassins**)

Die vorerwähnten Aufrichtungen der Schichten sind mehrorts, besonders am östlichen Rande des Beckens, durch den Bergbau nachgewiesen worden. So fällt bei Zweifelsreuth (östlich von Neukirchen) das Kohlenflötz steil gegen Westen; bei Klingen, westlich von Königsberg, beträgt die Neigung der Schichten 15 bis 20°, dicht bei Königsberg aber 30 bis 35° in West; bei Markhausen an der Eger, nahe der bayerischen Gränze, fallen die Schichten 25 bis 30° in Südwest.

2. Obere Abtheilung der Formation.

Diese Abtheilung wird in dem Egerer Becken ganz besonders durch die Cyprisschiefer und die mit ihnen verbundenen Lager von Kalkstein und Mergel charakterisirt, welche Gesteine vorzüglich in den mittleren Regionen des Bassins, östlich von Franzensbad und Eger, bei Trebendorf, Oberndorf, Tirschnitz, Dölitz und Treunitz sehr verbreitet, aber auch am östlichen Bassinrande bei Krottensee, Königsberg, Katzengrün und Neukirchen, sowie am westlichen Rande bei Sirmitz bekannt sind.

Die von Reuss, wegen des häufigen Vorkommens von *Cypris angusta* so benannten Cyprisschiefer sind meist asch-, gelblich- oder grünlichgraue, selten blauliche oder violette, sehr feine und homogene Schieferthone, welche im trocknen Zustande der Aufblätterung unterliegen, und mit den gleichnamigen Schiefern im westlichen Theile des Falkenauer Beckens gänzlich übereinstimmen***). Sie werden oft glimmerreich, enthalten aber auch häufig Quarzsand, dessen Körner sich stellenweise besonders auf den Schichtungsflächen anhäufen; von accessorischen Bestandtheilen sind kleine sternförmige Gruppen von Gypskrystallen, erbsen- bis haselnussgrosse Knollen von strahligem oder erdigem Vivianit, und auf Klüften Anflüge von Pyrit zu erwähnen. Nach unten gehen diese Schiefer in gewöhnlichen Schieferthon über, womit auch die Abdrücke der Cyprisschalen verschwinden.

Am besten aufgeschlossen sieht man diese Cyprisschiefer bei Krottensee, südlich von Königsberg, wo sie in einer nordwärts aufsteigenden Schrunde auf Sand-

*) Vergl. Jokély, im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. 7, 1856, S. 532.

**) Dieses Conglomerat beschrieb Reuss ausführlich in den Abhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. I, 1852, S. 66.

***) Auch die zähen Papierschiefer des Falkenauer Bassins finden sich sehr ausgezeichnet südlich von Katzengrün.

stein und Sand liegend 50 bis 60 Fuss mächtig entblösst sind; die obersten Schichten sind dort dermaassen mit Kieselsäure imprägnirt, dass sie endlich in einen krummschaligen Menilitschiefer mit schöner streifiger Farbenzeichnung übergehen.

Diesen Schiefern sind nun im mittleren Theile des Bassins, namentlich bei Trebendorf, Oberndorf, Tirschnitz und Dölitz, kalkige Gesteine eingelagert, welche bisweilen nur in einzelnen Knollen, gewöhnlich aber in stetig ausgedehnten Lagern von einigen Zoll bis zu 2 Fuss Mächtigkeit auftreten. Diese sich mehrfach wiederholenden Lager bestehen bald aus einem festen und dichten, gelblichen oder grauen, oft mit schwarzen Dendriten oder Anflügen von Manganoxyd versehenen Kalkstein; bald aus einem weichen, ähnlich gefärbten oder auch bräunlichem Mergel, welcher oft Knollen von festerem Kalkstein umschliesst. Beide Gesteine, besonders aber die Mergel, entfalten bisweilen eine feine oolithische Structur. Sie werden an mehren Orten theils über Tage theils unterirdisch abgebaut, und meist zur Verbesserung des Feldbodens benutzt.

Ob die dicht am südlichen Bassinrande, bei Konradsgrün, Klein- und Gross-Schüttüber und Leimbruck, in sandigen und thonigen Schichten theils nierenförmig, theils flötzweise vorkommenden Brauneisenerze und thonigen Siderite mit zu der oberen Abtheilung gehören, diess ist wohl noch zweifelhaft, obgleich die ähnlichen Eisenerz-Vorkommnisse des Falkenauer Beckens es wahrscheinlich machen, dass auch sie den Schluss der ganzen Formation bilden.

Braunkohlen scheinen in der oberen Abtheilung des Egerer Bassins nicht vorzukommen. Die Cyprisschiefer gehen nämlich nach unten in gemeine Schieferthone über, welche von Thon- und Sandschichten getragen werden, unter welchen endlich die Kohlenflötze liegen.

Von organischen Ueberresten sind in den Cyprisschiefern vor allen die Steinkerne und Abdrücke von *Cypris angusta* zu nennen, welche oft in grosser Menge auf den Spaltungsflächen vorkommen, bisweilen aber auch vereinzelt auftreten; ausser ihnen enthalten dieselben Schiefer auch Steinkerne von *Helix*, *Planorbis* und *Limnaeus*, Abdrücke von mancherlei Insecten und Fischreste, besonders von *Lebias Meyeri Ag.* und *Leuciscus Colei Mey.* Seltener finden sich Pflanzenreste, z. B. Blätter-Abdrücke von *Alnus Kefersteini*, *Cinnamomum polymorphum*, Nadeln von *Pinites rigios*, verkohlte Stängel und Holzfragmente.

In den Kalksteinen und Mergeln kommt *Cypris angusta* nur selten vor; dagegen trifft man häufig Schalen oder Kerne und Abdrücke von *Planorbis declivis Braun*, *Limnaeus subpalustris Thomae*, *Cyclostoma Rubeschi Reuss* und *Helix deflexa Braun*, sowie im Kalksteine zahlreiche Hohlabdrücke von Pflanzenstängeln. Da die genannten Conchylien auch in den Kalksteinen der postbasaltischen Abtheilung des Teplitzer Beckens vorkommen, so ist wohl an der Gleichzeitigkeit aller dieser Kalksteine nicht zu zweifeln.

Siebentes Kapitel.

Tertiärbildungen im westlichen und nördlichen Teutschland.

§. 464. *Das Tertiärbecken von Mainz.*

Grosse Aehnlichkeit mit dem Bassin von Wien zeigt das Tertiärbassin von Mainz, über welches besonders Fridolin Sandberger mehre treffliche Arbeiten veröffentlicht hat, aus denen wir die nachfolgende Darstellung entlehnen*).

Das Mainzer Bassin begreift dasjenige tertiäre Territorium, dessen westliche Gränze sich zu beiden Seiten des Rheins, von Landau längs der Haardt und des Hunsrücks bis Bingen, und von Geisenheim längs des Taunus bis in die Gegend von Giessen ausdehnt, während die östliche meist durch neuere Bildungen verdeckte Gränze auf dem rechten Rheinufer von Mannheim über Darmstadt nach Hanau, und von dort aus gegen Giessen läuft. Doch werden neuerdings die Gränzen dieses Bassins noch viel weiter gesteckt, indem man das ganze Rheinthal von Basel bis Bingen dazu rechnet, soweit solches von tertiären Bildungen erfüllt ist. Die mächtigen Braunkohlenlager der Wetterau, des Vogelsberges und auch die des Habichtswaldes gehören alle in den Bereich dieser Tertiärbildung.

Weinkauff bemerkt, dass die gewöhnliche Vorstellung von der Begränzung des Mainzer Bassins nicht genügend sei, und dass die Gebirge Taunus, Odenwald, Schwarzwald, Vogesen, Haardt und Hunsrück nur scheinbar die Ufergränzen desselben bestimmen, während die tertiären Schichten zum Theil hoch an diesen Gebirgen hinaufsteigen. Dieser Umstand sowie der Wechsel von marinen, brackischen und limnischen Schichten beweise, dass schon während der Bildung der dortigen Tertiärformation langsame locale Hebungen und Senkungen Statt gefunden haben müssen.

Es sind theils marine, theils brackische, theils limnische und fluviatile Schichten, aus welchen dieses Territorium zusammengesetzt ist, dessen ziemlich

---

*) Untersuchungen über das Mainzer Tertiärbecken, 1853, und: Die Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens, Wiesbaden 1863. Schon früher gab Sandberger in seiner Uebersicht der geologischen Verhältnisse des Herzogthum Nassau eine recht gute Beschreibung. Ferner sind als wichtige Arbeiten zu erwähnen: Uebersicht der geologischen Verhältnisse des Grossherzogthum Hessen von Fr. Voltz, 1852, S. 19—65, und Walchner, Handbuch der Geognosie, 2. Aufl. I. Band, S. 1085 ff.; Weinkauff, im Neuen Jahrbuche f. Min. u. s. w. 1860, S. 177 ff. und 1865, S. 171 ff.; Ludwig, in *Palaeontographica*, V, 1853 und VIII, 1861, auch im Jahresberichte der Wetterauer Ges. für die gesammte Naturkunde, 1855, S, 1—81, im Siebenten Berichte der oberhess. Ges. für Natur- u. Heilkunde, 1859, S. 2 ff., im Texte zu den Sectionen Friedberg, Büdingen und Offenbach-Hanau der geognost. Karten des mittelrheinischen geol. Vereins, und im Neuen Jahrb. für Min., 1866, S. 59 ff.; endlich Dieffenbach, im Texte zur Section Giessen der genannten Karten. — Die Analogieen zwischen dem Mainzer und dem Wiener Becken wurden zuerst von Bronn erkannt, indem er die durch Kaup beschriebenen Säugethier-Reste aus der Gegend von Eppelsheim, sowie die damals bekannten Conchylien des Mainzer Beckens mit denen anderer Tertiärbecken verglich; vergl. Bronn's Abhandlung im Neuen Jahrb. für Min., 1837, S. 153 ff.

complicirte Gliederung von Fridolin Sandberger zuletzt (1863) in folgendem Schema zu einer übersichtlichen Darstellung gebracht wurde.

A. Oligocäne Bildungen.

1. Meeressand von Weinheim, mit *Ostrea callifera* und *Natica crassatina*.
2. Septarienthon, mit *Leda Deshayesiana*.
3. Cyrenenmergel, mit *Cyrena semistriata, Cerithium plicatum, C. margaritaceum*.

B. Miocäne Bildungen.

4. Blättersandstein.

4[a] Landschneckenkalk und Cerithienkalk.

5. Corbicula-Schichten, mit *Corbicula Faujasi*.
6. Litorinellenkalk, mit *Litorinella acuta*.

6[a] Blätterthon von Laubenheim.

C. Pliocäne Bildungen.

7. Knochensand von Eppelsheim.
8. Oberste Braunkohle.

A. Oligocäne Bildungen. Sie sind petrographisch vorzüglich durch Sand- und Thon-Ablagerungen ausgezeichnet, während Kalk nur ganz untergeordnet vorkommt.

Die untere Abtheilung der oligocänen Formation scheint im Mainzer Becken grösstentheils zu fehlen; man kennt sie nur an einzelnen Puncten im südlichen Theile desselben. Es gehören dahin folgende Bildungen: *a*. Die Braunkohlen und Süsswasserkalksteine bei Buchsweiler im Elsass und bei Malsch und Ubstadt in Baden, mit *Planorbis rotundatus, Pl. lens, Pl. oligyratus, Pl. elegans, Helix occlusa, H. vectensis, H. Urbani* u. a. auch im Bembridge-Kalkstein auf der Insel Wight bekannten Conchylien (vergl. oben S. 81); — *b*. Die Bohnerzbildung von Delsberg im Kanton Bern, sowie von Schliengen, Kandern und Auggen in Baden.

1. Meeressand. Bis jetzt nur an den Rändern des Hauptbeckens, nicht aber in der Wetterauer Bucht nachgewiesen, findet sich diese Etage bei Geisenheim, Johannisberg, Rüdesheim, Waldböckelheim, Kreuznach, Weinheim, Flonheim, Heppenheim und anderen Orten, in besonders grosser Mächtigkeit aber zwischen Kreuznach und Alzei. Sie hat eine sehr verschiedene petrographische Beschaffenheit, weil ihr Material überall von den zunächst anstehenden älteren Gesteinen abstammt. Bald ist es ein thoniger, bald ein eisenschüssiger Quarzsand oder ein Quarzconglomerat, bald ein kalkiger Sandstein, bisweilen Melaphyrtuff oder Porphyrgrus; bei Alzei, einem der reichsten Fundorte von Petrefacten, wechseln lose oder auch zu Sandstein verkittete Schichten eines rothen, gelben und grauen Sandes, in welchem Brocken von Melaphyr und Buntsandstein vorkommen; bei Eckelsheim erscheint ein feiner hellgrauer Sand mit kalkigem Bindemittel. An mehren Puncten, wie namentlich bei Kreuznach und Fürfeld, findet sich Baryt in Kugeln von mehren Zoll im Durchmesser, in plattenförmigen und ungestalteten Concretionen, ja sogar in ganzen Schichten eines durch Baryt gebundenen Sandsteins.

Die unterste Schicht ist überall eine Austernbank, höher aufwärts folgen viele andere Conchylien, von denen jedoch viele bis in die obersten Schichten hindurchgehen, weshalb denn eine weitere Gliederung des Meeressandes unstatthaft erscheint.

Von den 197 Conchylien, welche Sandberger aufführt, sind die folgenden besonders häufig:

Conchiferen.

Ostrea cyathula Lam.	*Lucina squamosa Lam.*
. . . . callifera Lam.	*. . . . tenuistria Héb.*
Spondylus tenuispina Sandb.	*Cardium tenuisulcatum Nyst*
Pecten pictus Goldf.	*Isocardia subtransversa Orb.*
Perna Sandbergeri Desh.	*Cyprina rotundata Braun*
Pectunculus obovatus Lam.	*Cytherea splendida Merian*
. . . . . . angusticostatus Lam.	*. . . . . incrassata Desh.*
Nucula Greppini Desh.	*Tellina Nystii Desh.*
Cardita Omaliana Nyst	*Corbula subpisum Orb.*
Crassatella Bronni Merian	*Panopaea Heberti Bosq.*

Gastropoden.

Dentalium Kickxii Nyst	*Trochus rhenanus Merian*
Voluta Rathieri Héb.	*Calyptraea striatella Nyst*
Tritonium flandricum Kon.	*Cerithium plicatum Brug.*
Natica crassatina Desh.	*. . . . . lima Desh.*
. . . . Nystii Orb.	*. . . . . dentatum Defr.*

Da nun von den 197 Species 59 auch im Sande von Fontainebleau, 45 in Limburg und 39 in der oligocänen Molasse Bayerns bekannt sind, so dürfte der oligocäne Charakter des Meeressandes ausser Zweifel gestellt sein; er ist in der That als das Aequivalent des Sandes von Fontainebleau zu betrachten.

Da seit der Erscheinung von Sandbergers Werk über die Conchylien des Mainzer Beckens noch manche Species gefunden worden sind, so gab Weinkauff im Jahre 1865 ein noch vollständigeres Verzeichniss mit 214 Species, von denen 71 auch in den *sables supérieurs* und 57 in Limburg vorkommen, wodurch die obige Folgerung vollkommen bestätigt wird *).

Ausserdem kennt man noch eine *Balanus,* 8 Crustaceen, 3 Radiaten, etwa 20 Korallen, einige Foraminiferen, 6 Fische und von Säugethieren besonders Reste der *Halianassa Collinii*. Reuss bestimmte aus dem Meeressande von Weinheim und Kreuznach folgende 6 neue Korallen-Species:

Cyathina brevis	*Balanophyllia sinuata*
Coenocyathus costulatus	*. . . . . inaequidens*
Placopsammia dichotoma	*. . . . . fascicularis*

in Sitzungsber. der kaiserl. Akad. der Wiss. zu Wien, Bd. 35, 1859, S. 479 ff. Einige Foraminiferen, Bryozoën und Entomostraceen beschrieb Derselbe im Neuen Jahrb. für Min. 1853, S. 670 ff.

2. Septarienthon. Den ersten Aufschluss über das Vorkommen dieses (im nördlichen Teutschland so wichtigen) Gliedes der Oligocänformation auch im Gebiete des Mainzer Beckens, lieferte der von Weinkauff beschriebene **) Einschnitt der Nahe-Bahn bei Kreuznach. Derselbe Beobachter hat jedoch später den Septarienthon noch bei Stromberg, Windesheim, Langenlonsheim und Planig

*) Neues Jahrbuch für Min. 1865, S. 188.

**) Neues Jahrbuch der Min. 1860, S. 177 ff.

anstehend gefunden; an anderen Orten ist er durch Brunnengrabungen nachgewiesen worden, und so kennt man ihn bei Volksheim, einschliesslich des weiter unten zu erwähnenden grünen Thones, 109 Fuss mächtig, bei Flonheim bis zu 200 Fuss Tiefe.

Der Septarienthon des Mainzer Beckens ist ein mehr oder weniger plastischer Thon von schwärzlicher, grauer, bläulicher oder gelber Farbe, welcher Kalkstein-Septarien, Thoneisenstein-Nieren, auch Krystallgruppen von Gyps und Eisenkies enthält. Ueberall unmittelbar dem Grundgebirge als tiefste Schicht aufliegend scheint er nach Weinkauff eine mit dem Meeressande gleichzeitige Bildung zu sein, indem dieser nahe am Ufer abgesetzt wurde, während sich der Thon im tieferen Wasser ablagerte.

Von den 43 Conchylienspecies, welche Weinkauff anführt, sind 34 auch im nordteutschen Septarienthone bekannt, so dass an der Identität mit diesem gar nicht gezweifelt werden kann; auch wird solche nach Reuss durch die Foraminiferen des Septarienthones von Kreuznach und Offenbach bestätigt*).

Die häufigsten und daher wichtigsten dieser Conchylien sind nach Sandberger und Weinkauff die folgenden:

Leda Deshayesiana Duch.	*Fusus multisulcatus Beyr.*
Nucula Chastelii Nyst	*. . . elongatus Nyst*
Corbula subpisiformis Sandb.	*Cassidaria depressa Buch*
Cancellaria evulsa Sow.	*Chenopus speciosus Schl.*
. . . . . . granulata Nyst	*Natica hantoniensis Sow.*
Pleurotoma Selysii Kon.	*. . . . Nystii Orb.*
. . . . . . subdenticulata Münst.	*Calyptraea striatella Nyst*
Tornatella globosa Beyr.	*Dentalium Kickxii Nyst.*

Mit dem Meeressande hat dieser Septarienthon 28 Species gemein, gerade so, wie in Belgien der Thon von Boom etwas über die Hälfte seiner Fossilien mit dem Sande von Klein-Spauwen gemeinschaftlich besitzt; man kann daher füglich den Meeressand für eine mit dem Thone, als einer Tiefenbildung, gleichzeitige Uferbildung erklären.

Reuss hat aus diesem Septarienthone 120 Foraminiferen bestimmt, welche von denen des Meeressandes wesentlich verschieden und daher für die Charakterisirung dieser Etage fast noch wichtiger sind, als die Mollusken; als die häufigsten dieser Foraminiferen erscheinen bei Offenbach:

Triloculina enoplostoma	*Sphaeroidina variabilis*
. . . . . . circularis	*Textilaria attenuata*
Quinqueloculina impressa	*Rotalia Girardana*
Dentalina consobrina	*. . . . Ungeriana*

fast alle Species sind identisch mit denen des Septarienthons von Kreuznach, Hermsdorf, Freienwalde, Pietzpuhl. Bei Nierstein findet sich auch eine *Creseis*, welche eine ganze Gesteinsbank erfüllt. Sitzungsber. der kaiserl. Akademie der Wiss. in Wien, Bd. 48, 1863.

Weinkauff unterscheidet noch einen grünen Meeresthon, welcher in sehr naher Beziehung zu dem Septarienthone steht, ihm meist aufgelagert ist, aber auch oft unmittelbar auf dem Grundgebirge liegt. Derselbe erscheint als

*) Ludwig erklärte sich gegen die Anerkennung dieser Identität, im Neuen Jahrb. für Min. 1864, S. 218, und im Texte zur Section Darmstadt, S. 28.

ein gewöhnlich grüner, selten graulicher oder gelblicher Letten, in welchem hier und da marine Conchylien, Haifischzähne und Foraminiferen vorkommen; er ist an vielen Puncten bei Kreuznach, Flonheim, Weinheim u. s. w. nachgewiesen, steht aber nur an einigen Stellen bei Kreuznach, Winzenheim und Langenlonsheim zu Tage an. Man kennt aus ihm

Pleurotoma belgica Kon.	*Cyprina rotundata Braun*
Natica Nystii Orb.	*Nucula Greppini Desh.*
Cytherea subarata Sandb.	*Isocardia subtransversa*;

die Fischzähne sind identisch mit denen des Meeressandes. Vielleicht ist dieser Thon mit dem Septarienthone zu vereinigen.

Anmerk. Zwischen den Septarienthon und die Cyrenenmergel schaltet Weinkauff noch folgende zwei Glieder ein, welche gewöhnlich zu diesen Mergeln gerechnet werden.

a. Die *Chenopus*-Schichten; nach unten ein schmutzig-grünlichgrauer Mergel mit *Perna Sandbergeri* und *Ostrea callifera;* darüber ein graulichgelber feiner Sand mit *Chenopus tridactylus* und anderen Gastropoden; und endlich eine fast nur aus Schalen uud Fragmenten von *Pectunculus crassus* und *Cytherea subarata* bestehende Schicht. Ueberall, wo die Verhältnisse sichtbar sind, liegen diese Schichten unmittelbar über dem grünen Meeresthone. Weinkauff führt aus ihnen 40 Species (darunter 25 des Meeressandes) auf, und glaubt sie als einen oberen Meeressand von dem unteren Sande eben so, wie von den Cyrenenmergeln trennen zu müssen.

b. Schicht mit *Cerithium plicatum*, *Var. papillatum.* Sie findet sich bei Hackenheim und Weinheim, und besteht fast nur aus Conchylien-Schutt, zum Theil mit schmutziggelbem Sande. Unter den 37 aufgeführten Conchylien sind, ausser dem *Cerithium plicatum*, noch *C. Lamarcki*, *Nematura pupa*, *Corbulomya crassa*, *Cytherea subarata, Mytilus acutirostris* und *Ostrea cyathula* besonders häufig.

So weit die Beobachtungen reichen, scheinen sich diese beiden Glieder gegenseitig zu vertreten, indem sie beide unmittelbar dem grünen Thone aufliegen.

3. Cyrenenmergel. Diese Etage ist, mit Ausnahme des nördlichsten Theiles des Bassins, überall vorhanden, und besitzt eine sehr verschiedene, in Rheinhessen aber mitunter eine recht grosse Mächtigkeit. Ihre petrographische Beschaffenheit ist sehr wechselnd, so dass die bathrologische Identität der verschiedenen Sand-, Letten- und Mergelschichten nur an den Leitfossilien erkannt werden kann. Bald sind es grünliche, graue oder gelbe, mehr oder weniger plastische, oft aber auch sandige Thone, mit eingeschalteten kohligen Schichten, welche meist auch Süsswasserschnecken enthalten; bald sind es feste Kalksteine, wie bei Alzei und Bornheim; anderwärts erscheint ein Kalksand (Sommerberg), oder ein wahrer Muschelsand (Sulzheim). Im Allgemeinen ist es ein Wechsel von Thon, sandigen Mergeln, Sanden und kohligen Schichten, deren einige mehr oder weniger reich an organischen Ueberresten sind, während sich andere arm oder leer daran erweisen. Wichtig ist das erste Auftreten von Braunkohlen, welche an vielen Orten, z. B. bei Hallgarten, Ingelheim, Hochheim, Hanau, Lobsann, Hessenbrück, Salzhausen bekannt und bisweilen recht mächtig sind. Bei Hochstadt unweit Hanau sowie bei Eckardtroth unweit Schlüchtern kommen in den Thonen dieser Etage ausser Braunkohlen auch Kalkstein-Nieren oder Septarien vor. Bei Oestrich werden die Braunkohlenlager von Gyps begleitet; noch wichtiger aber ist daselbst das Vorkommen von zwei,

durch eine Lettenschicht getrennten und bis 1½ Fuss mächtigen thonigen Sideritlagern, welche zum Theil ganz erfüllt sind mit *Cyrena semistriata* und *Cerithium margaritaceum*. Auch die Eisensteine von Mardorf gehören hierher.

Die Cyrenenmergel erlangen nicht nur wegen ihrer ausserordentlichen Verbreitung, sondern auch deshalb eine grosse Bedeutung, weil sich in ihnen das Ende der rein marinen, und der Anfang der brackischen Bildungen zu erkennen giebt. In der That sind sie grossentheils als Sedimente aus brackischem Wasser charakterisirt, da *Cyrena semistriata* und Cerithien aus der Familie der Potamiden bei weitem am häufigsten vorkommen. Zahlreiche Litorinellen und andere, hier und da erscheinende Süsswasser-Conchylien beweisen aber, dass allmälig und stellenweise auch süsses Wasser in das Bassin eindrang.

Zu den häufiger vorkommenden Conchylien dieser Etage gehören nach Sandberger die folgenden*) Species:

Conchiferen.

Ostrea callifera Lam.	*Poronia (Kellya) rosea Sandb.*
. . . . *cyathula Lam.*	*Cardium scobinula Merian*
Perna Sandbergeri Desh.	*Cyrena semistriata Desh.*
Pectunculus obovatus Lam.	*Cytherea subarata Sandb.*
Nucula piligera Sandb.	. . . . . *incrassata Sow.*

Gastropoden.

Pleurotoma belgica Goldf.	*Cerithium plicatum var. Galeotti*
Buccinum cassidaria Bronn	. . . . . *Lamarcki Brong.*
Murex conspicuus Braun	. . . . . *margaritaceum Brong.*
Chenopus tridactylus Braun	*Nematura pupa Nyst*
Natica Nystii Orb.	*Litorinella acuta Drap.*

Foraminiferen erscheinen nur selten, während die Zähne von *Lamna acuminata* und *L. contortidens* auch hier noch häufig sind. Von Säugethieren ist besonder *Anthracotherium alsaticum* zu erwähnen.

B. Miocäne Bildungen. Ueber dem Cyrenenmergel liegen an verschiedenen Stellen des Bassins sehr verschiedenartige Gesteine. Im äussersten Westen ist es ein reiner Süsswasser-Kalkstein oder auch Dolomit; weiter abwärts am Rheine ein brackischer Cerithien-Kalkstein oder Sand, welchem eine an Arten sehr reiche Bank von Landschneckenkalkstein eingelagert ist; an vielen Stellen der Wetterauer Seitenbucht endlich ist es Conglomerat, Sandstein mit Blätterabdrücken oder Sand. Da alle diese verschiedenen Gesteine den Cyrenenmergeln aufgelagert sind, und von den Schichten mit *Corbicula Faujasii* bedeckt werden, so sind sie wohl nur als verschiedene Facies einer und derselben gleichzeitigen Bildung zu betrachten. Ueber den Corbiculaschichten treten noch die Litorinellen-Kalksteine und die mit ihnen verbundenen Thone und Braunkohlen auf.

4. Blättersandstein. Diese Bildung findet sich besonders mächtig und verbreitet in der Wetterau von Münzenberg bis Nauheim. Nach unten besteht

*) Nach Weinkauff würden *Perna Sandbergeri* und einige andere Formen auszuscheiden sein, weil solche denjenigen Schichten angehören, welche er als selbständige Glieder von den Cyrenenmergeln trennt.

sie gewöhnlich aus einem sehr festen und compacten Conglomerate von dunkelbrauner Farbe; darüber liegt ein meist roth gefärbter Sandstein, welcher stellenweise, wie bei Münzenberg, von einigen Hornstein- oder Jaspisschichten unterteuft wird, und dort auf seinen Klüften Barytkrystalle enthält, die nicht selten ganz mit Sand bedeckt und imprägnirt sind, wie denn überhaupt Baryt in diesem Sandsteine sehr häufig vorkommt; endlich folgt ein fast dichter, oft schieferiger buntfarbiger Sandstein, in welchem die meisten Pflanzenreste vorkommen *). Bei Osthofen in Rheinhessen ist diese Etage über 250 Fuss mächtig; überall aber wird sie in einzelnen Schichten durch zahlreiche Abdrücke von Blättern charakterisirt.

Besonders bei Münzenberg kommen nach Ludwig die folgenden Blätter nicht selten vor:

Culmites Göpperti Münst.	*Quercus Meyeri Ludw.*
Phragmites oeningensis Braun	*Ulmus plurinervia Ung.*
Physagenia Parlatorii Heer	*Planera Ungeri Ett.*
Sabal major Ung.	*Cinnamomum Scheuchzeri Heer*
Myrica Ungeri Heer	. . . . *polymorphum Braun*
Carpinus grandis Ung.	. . . . *lanceolatum Ung.*,

ebendaselbst ist eine dunkelrothe Schicht reich an Abdrücken von *Cyrena* und *Unio*.

Ein vollständiges Verzeichniss der Blatt-Einschlüsse, sowie eine ausführliche Beschreibung des Blättersandsteins gab Dieffenbach, im Texte zur Section Giessen der Karten des mittelrheinischen geologischen Vereines, S. 65 ff. Theobald zeigte, dass der, dem Münzenberger ganz ähnliche Blättersandstein an der sogenannten hohen Strasse zwischen Hanau und Frankfurt entschieden unter dem Cerithienkalksteine liegt, und folglich älter ist als dieser, während ihm früher eine weit höhere Stellung angewiesen wurde. Jahresbericht der Wetterauer Ges. für die ges. Naturkunde, 1855, S. 83 f. Die Sandsteine von Münzenberg, Rockenberg und Seckbach sind nach Ludwig und Sandberger jedenfalls an der Mündung eines Flusses abgesetzt worden, und greifen gegen Hochheim hin in die kalkigen und mergeligen Gesteine ein.

4a Cerithienkalkstein und Landschneckenkalk.

Der Cerithienkalk kommt im Mainzer Becken in grosser Ausdehnung vor; als ein rein kalkiges Gestein in seiner typischen Form erscheint er überall in Rheinhessen, bei Nierstein, Oppenheim, Oberolm und von dort bis zur rheinbayerischen Gränze bei Landau; bei Hochheim zeigen sich die ersten Spuren einer Beimengung von Quarzkörnern, und bei Hanau ist der Quarzsand so überwiegend, dass dort der Name Cerithiensand mehr gerechtfertigt erscheint. Dabei bleiben jedoch die Fossilien dieselben, obgleich solche im reinen Sande nur selten vorkommen.

Als die wichtigsten Conchylien führt Sandberger die folgenden Species auf:

Perna Sandbergeri Desh. **)	*Mytilus Faujasii Brong.*
Modiola angusta Braun	. . . . *socialis Braun*

*) Ludwig hält dieses harte schieferige Gestein für gebrannten Thonstein, welcher seine jetzige Beschaffenheit wahrscheinlich einem ausgedehnten Erdbrande zu verdanken habe. Uebrigens rechnet er den Blättersandstein noch zur oligocänen Formation. *Palaeontographica*, Bd. VIII, S. 41 f.

**) Nach Ludwig soll jedoch die im Cerithienkalke und Sande der Wetterau sehr häufig

Pisidium antiquum Braun	*Cerithium Rahtii Braun*
Cytherea incrassata Sow.	. . . . . . *plicatum, var. pustulatum*
Corbulomya sphenioides Sandb.	. . . . . . *Lamarckii Desh.*
Stenomphalus cancellatus Sandb.	. . . . . . *submargaritaceum Braun*
Nerita rhenana Thomae	*Litorinella obtusa Sandb.*
Litorina moguntina Braun	. . . . . . *acuta Drap.*

Diese Fauna, welche übrigens noch 8 Species mit dem Cyrenenmergel und 3 Species mit dem Meeressande gemein hat, zeigt noch ganz entschieden einen brackischen Charakter, wie schon das Vorherrschen der Cerithien beweist. Bei Hanau kommen in der sandigen Facies auch Abdrücke von Blättern vor.

Der Landschneckenkalk, welcher besonders durch viele Species von *Helix* und *Pupa* ausgezeichnet wird, ist eine nur hier und da entwickelte locale Ablagerung, welche als ein dem Cerithienkalke untergeordnetes, oder auch denselben vertretendes Glied auftritt; er gewinnt nur bei Hochheim und bei Ilbesheim (in Rheinbayern) eine grössere Mächtigkeit, und enthält stellenweise die folgenden Conchylien in grosser Menge:

Cyclostoma bisulcatum Ziet.	*Glandina Sandbergeri Thomae*
Helix subverticillus Sandb.	*Pupa quadricarinata Braun*
. . . *osculum Thomae*	. . . *subtilissima Braun*
. . . *oxystoma Thomae*	. . . *suturalis Braun*
. . . *deflexa Braun*	. . . *tiarula Braun*
. . . *uniplicata Braun*	*Carychium nanum Sandb.*
. . . *Ramondi Brong.*	*Planorbis solidus Thomae.*

Von Wirbelthieren sind besonders *Microtherium* und *Palaeomeryx* zu erwähnen, deren Knochen oft trefflich erhalten vorkommen.

5. Corbicula-Schichten. Unter diesem Namen fasst Sandberger jene, früher von ihm mit dem Litorinellenkalke vereinigten Schichten von Kalkstein, Mergel und Thon zusammen, welche besonders durch das massenhafte Vorkommen von *Corbicula Faujasii* charakterisirt sind, und am westlichen Ende des Bassins, in der Gegend von Kreuznach unmittelbar auf dem Landschneckenkalke, bei Kleinkarben, Oppenheim, Weissenau und Neustadt auf dem Cerithienkalke, bei Münzenberg auf dem Blättersandsteine liegen *). Nach Weinkauff sind diese Schichten auf den Höhen der hessischen Pfalz sehr verbreitet; sie liegen dort meist unbedeckt, und bestehen aus wechsellagerndem Kalkstein und Kalksand, welche beide reich an Fossilien sind. In der Gegend von Frankfurt und Hanau, sowie bei Oppenheim, Nierstein, Laubenheim, Weissenau und Ingelheim walten meist grünliche oder gelbe Kalksteine vor, mit *Corbicula Faujasii* und *Litorinella inflata*.

Sandberger führt überhaupt nur 16 Species auf, von denen als besonders häufige die folgenden zu erwähnen sind:

Corbicula Faujasii Desh.	*Cerithium margaritaceum Brong.*
Tichogonia Brardii Brong.	. . . . . *plicatum (var. pustulatum)*
Mytilus Faujasii Brong.	*Litorinella inflata Bronn;*

---

und zum Th. bankweise auftretende grosse *Perna*, nicht *P. Sandbergeri*, sondern *P. Soldanii Braun* sein.

*) Ludwig erklärt sich gegen die Selbständigkeit dieser Schichten. während Weinkauff solche anerkennt.

4 Species sind schon im Cerithienkalkstein bekannt, während 9 auch im Litorinellenkalksteine vorkommen.

6. Litorinellenkalkstein. Er bildet die ausgedehnteste und, mit Ausnahme des Cyrenenmergels, auch die mächtigste Etage des Mainzer Bassins, welche noch dadurch eine besondere Wichtigkeit erlangt, dass sie in dessen nördlichen Regionen nach oben mit bedeutenden Thon- und Braunkohlenlagern verbunden ist. Sie besteht wesentlich aus theils graulichweissen, theils gelben oder bräunlichen, bald harten, bald weichen, nach unten dickschichtigen, nach oben plattenförmigen Kalksteinen, aus grünlichgrauem Mergel und aus Letten. Die Kalksteine werden oft fast nur von Schalen der kleinen *Litorinella acuta* gebildet, und erscheinen dann als wahrhaft zoogene Gesteine. In Rheinhessen umschliesst die obere Abtheilung bedeutende Ablagerungen von Bohnerz, auch ist der Kalkstein selbst oft reichlich mit Eisenoxydhydrat imprägnirt; bei Kleinkarben aber kommen grünliche Knollen von dichtem Cölestin vor. Als einige besonders lehrreiche Localitäten für das Vorkommen dieser Etage nennt Sandberger das Mühlthal bei Wiesbaden, Kastel, Kästrich bei Mainz, Birgel bei Offenbach, Bönstadt bei Friedberg, Oppenheim und Forst in der Pfalz.

Als die häufigsten organischen Ueberreste sind etwa die folgenden zu erwähnen:

Tichogonia) Brardi Brong.*
Mytilus Faujasii Brong.
Neritina fluviatilis Lam.
Melanopsis callosa Braun
Litorinella acuta Drap.
Paludina pachystoma Sandb.
Planorbis solidus Thomae
. . . . . *declivis Braun*
Limnaeus pachygaster Thomae
Carychium antiquum Braun
Clausilia bulimiformis Sandb.
Pupa quadrigranata Braun
Glandina lubricella Braun
Helix moguntina Desh.
. . . *involuta Thomae*
. . . *pulchella Müll.*

Die kleine Litorinella bildet millionenweise angehäuft ganze Schichten; auch *Tichogonia* und *Mytilus* kommen massenhaft vor; *Cypris faba* findet sich ebenfalls häufig. Von Wirbelthieren sind namentlich *Palaeomeryx, Microtherium* und *Hippotherium* zu nennen; am Kästrich bei Mainz und bei Weissenau sind ganze Bänke erfüllt mit Resten dieser und anderer Säugethiere, sowie mit Resten von Reptilien und Fischen. — Die grösste paläontologische Uebereinstimmung findet mit den Kalken Württembergs, und noch eine sehr grosse mit den Süsswasserkalken des nördlichen Böhmen Statt; weniger nahe stehen gewisse Schichten des Wiener Bassins.

6ª Braunkohlenletten. Mit der oberen Abtheilung des Litorinellenkalkes stehen auch die Thone und Braunkohlen der Wetterau und des Vogelsgebirges in Verbindung. In Rheinhessen und bei Wiesbaden fehlen die Braunkohlen gänzlich, und die obere Abtheilung des Litorinellenkalkes wird dort theils von plattenförmigen gelben Kalksteinen, theils von Thon mit Bohnerz gebildet. Doch finden sich schon mancherlei Pflanzenreste, als Blätter, Früchte und Hölzer ein. Das erste Braunkohlenlager erscheint bei Bommersheim am Fusse des Taunus; es wird von bituminösem Letten begleitet, der von *Litori-*

---

*) *Tichogonia* ist ein Synonymon von *Congeria* oder *Dreissenia*.

nella acuta erfüllt ist. Eben so stehen auch in der Nähe der Wetterauer Braunkohlenlager überall Kalke oder Thone mit jener *Litorinella* an, so dass an der Zugehörigkeit dieser Braunkohlen zur Etage des Litorinellenkalkes nicht gezweifelt werden kann.

Bei Laubenheim wird der Litorinellenkalk von Sand, etwas Sandstein und Thon bedeckt, welche Abdrücke von Blättern, zumal von *Quercus furcinervis* enthalten. Auch bei Bodenheim finden sich in demselben Niveau glimmerreiche, gelblichgraue Sandsteine, und auf den Höhen bei Wiesbaden liegt eine ähnliche Schichtenfolge von Conglomerat und Sandstein mit Barytknollen.

Aus diesen Schichten von Laubenheim und Bodenheim bestimmte Göppert die folgenden Pflanzenreste:

Quercus furcinervis Ung.	*Laurophyllum crassifolium Göpp.*
. . . . *cuspidata Ung.*	*Daphnogene angulata Göpp.*
. . . . *undulans Göpp.*	*Echitonium Sophiae Web.*
Fagus Deucalionis Ung.	*Bumelia Oreadum Ung.*
. . . *castaneaefolia Ung.*	*Aralites lanceus Göpp.*
Liquidambar europaeum Braun	*Dombeyopsis lobata Ung.*

In dem Braunkohlenletten der Wetterau finden sich fast überall die Gehäuse von *Litorinella acuta*, auch nicht selten *Planorbis declivis* und andere Conchylien des Litorinellenkalkes. Ausserdem sind deutliche Pflanzenreste sehr häufige Begleiter der Braunkohlen, so zumal Früchte, aber auch Blätter und andere Pflanzentheile.

C. Pliocäne Bildungen. Zu diesen neuesten Tertiärbildungen des Mainzer Beckens gehört, ausser gewissen postbasaltischen Thonen und Braunkohlen, der durch seine Ueberreste von Säugethieren berühmte Knochensand.

7. Knochensand. Ueber dem Litorinellenkalke liegt an mehren Orten, z. B. zwischen Oppenheim und Guntersblum, bei Heppenheim, besonders aber bei Eppelsheim unweit Worms, eine nur 20 bis 30 Fuss mächtige Bildung, welche wesentlich aus Sand und Geröll besteht, aber durch die grosse Menge von Säugethierknochen, die sie enthält, äusserst interessant wird.

Als charakteristische derartige Ueberreste sind besonders die von *Dinotherium giganteum*, *Mastodon angustidens* und *Hippotherium gracile* zu nennen; es kommen aber auch noch sehr viele andere Knochen vor, so dass z. B. schon 5 Species von *Sus*, 4 von *Rhinoceros*, 5 von *Cervus*, 4 von *Felis* erkannt worden sind. Gemeinschaftlich mit dem Meeressande soll dieser Knochensand *Anthracotherium magnum*, mit dem Litorinellenkalke aber *Rhinoceros incisivus*, *Rh. minutus*, *Palaeomeryx minor* und *Hippotherium gracile* besitzen.

Von den allgemeinen Folgerungen, auf welche Sandberger durch seine Untersuchungen gelangte, heben wir nur die zwei hervor, dass es im Mainzer Bassin keine plötzliche Veränderung der Fauna von einer Etage zur anderen giebt, und dass die Fauna desselben, welche anfangs eine rein marine war, später durch brackische Formen bis in ächte Süsswasserformen überging; woraus zu schliessen ist, dass das anfangs marine Bassin allmälig immer mehr und mehr den Verhältnissen eines Süsswasserbassins genähert wurde. An den Rändern desselben haben in zwei verschiedenen Perioden Ablagerungen von vorweltlichen Pflanzenmassen Statt gefunden, durch welche

die Braunkohlenflötze des Cyrenenmergels und des Litorinellenkalkes gebildet worden sind.

Die vorstehende Schilderung der Schichtenfolge im Mainzer Becken beruht wesentlich auf den Ansichten von Fridolin Sandberger und Weinkauff. Sehr abweichend davon ist diejenige Betrachtungsweise, welche Ludwig schon im Jahre 1855 über den Zusammenhang der Tertiärformationen in Hessen, in der Wetterau und am Rheine aufgestellt*), und seitdem in den Erläuterungen zu den von ihm bearbeiteten Sectionen der geologischen Karte des Grossherzogthums Hessen geltend zu machen gesucht hat. Noch ganz kürzlich gab er im Neuen Jahrbuche für Min. 1866, S. 59 ff. über die Mainzer und Hessische Tertiärformation eine Abhandlung, an deren Schlusse er seine Ansichten in folgenden Sätzen zusammenfasst.

1. Das Bassin von Mainz war ein langer schmaler Meerbusen, der nach Süden in das freie Meer ausmündete. An seinem Strande lagerten sich Sand und Geröll ab, deren Material von älteren Gesteinen stammt, während in den Tiefen Thon und Mergel abgesetzt wurden. Die Flüsse brachten Sand, Thon und Kalkbicarbonat mit, welches letztere durch Conferven und Algen als Calcit präcipitirt wurde; dieselben Flüsse schwemmten auch Reste von Süsswasser- und Landthieren, sowie von Landpflanzen ein, und verwandelten einzelne Meerestheile in Brackwasserbuchten.

2. Alle im Mainzer Becken vorkommende Schichten, vom Meeressande bis zum Litorinellenkalke, sind in einer geologischen Periode entstanden und daher von gleichem Alter.

3. Mit denselben entstanden gleichalterige Fluss- und Sumpfbildungen, die Sande mit *Unio pachoydon,* sowie die Thone und Braunkohlen mit *Glyptostrobus europaeus, Cinnamomum lanceolatum, Sequoia Langsdorfi.*

4. Der Septarienthon des nördlichen Teutschland ist bei Oberkaufungen und Zell über den Süsswasserbildungen des Mainzer Beckens hinaus abgelagert, und steht mit den Meeresbildungen dieses Beckens in keinem Zusammenhange.

5. Mit dem Septarienthone des nördlichen Teutschland stehen dagegen die durch *Melania horrida* charakterisirten Melanienthone Niederhessens und die Meeressande von Cassel im Zusammenhange.

6. Die Basalte, Dolerite und Trachydolerite traten während der Bildung der oligocänen Mainzer Schichten und des Septarienthones auf, und über ihnen lagerten sich die pliocänen Schichten der Wetterau mit *Unio viridis* ab.

Noch glauben wir am Schlusse dieses Paragraphen einige Bemerkungen über die in den Schichten des Mainzer Beckens und zumal in seinen Braunkohlen gefundenen Pflanzenreste einschalten zu müssen, wobei wir uns wesentlich an die von Ludwig gemachten Mittheilungen halten, welche er in einer ausführlichen Arbeit über die fossilen Pflanzen aus der ältesten Abtheilung der Rheinisch-Wetterauer Tertiärformation veröffentlicht hat **).

Die Pflanzenreste, welche in der unteren Abtheilung dieser Tertiärformation, z. B. in den Sandsteinen bei Münzenberg und Rockenberg, in den Cyrenenmergeln mehrer Localitäten, und in den Braunkohlen von Hessenbrücken, Salzhausen und anderen Orten vorkommen, weichen grossentheils entschieden ab von jenen, welche in der mittleren und oberen Abtheilung gefunden werden, und stimmen in ihrer Mehrzahl mit denjenigen Pflanzen über-

*) Im Jahresberichte der Wetterauer Ges. für die ges. Naturkunde, 1855, S. 1—61.

**) In *Palaeontographica,* Bd. VIII, S. 39—154.

ein, welche aus der unteren schweizer Molasse, aus den Braunkohlen des Siebengebirges, des Westerwaldes, der Rhön und aus den Tertiärbecken von Teplitz und Falkenau in Böhmen bekannt sind. Ludwig folgert hieraus, dass die betreffenden Schichten noch der oligocänen Periode angehören, und er führt aus dieser unteren Abtheilung nicht weniger als 178 Species auf, von welchen 69 neu sind.

Als besonders häufige Formen sind, ausser denen bereits oben S. 168 von Münzenberg genannten, etwa die folgenden zu erwähnen:

Glyptostrobus europaeus Heer
Sequoia Langsdorfi Brong.
Pinus dubia Heer
Planera Ungeri Ett.
Cinnamomum Scheuchzeri Heer
. . . . *lanceolatum Ung.*
. . . . *Rossmaessleri Heer*
. . . . *polymorphum Braun*
*Folliculites Kaltennordheimensis Zenk.**)
Menianthes tertiaria Heer
Vitis teutonica Braun.
Magnolia Hoffmanni Ludw.
Passiflora Brauni Ludw.
Dombeyopsis Decheni Web.
Acer trilobatum Braun, in mehren Varietäten
Juglans laevigata Brong.
. . . . *acuminata Braun*
. . . . *ventricosa Brong.*
Trapa globosa Ludw.

Die Hölzer von *Glyptostrobus* und *Sequoia* scheinen oft das hauptsächliche Material zur Bildung der Braunkohle geliefert zu haben; die Samenkörner von *Pinus dubia* fanden sich bei Salzhausen und Hessenbrücken bisweilen massenhaft in der Braunkohle angehäuft; Weinbeeren und Samenkerne derselben sind bei Salzhausen und bei Langenaubach am Westerwalde vorgekommen.

Schon früher gab Ludwig eine Beschreibung der Pflanzenreste aus den jüngsten und mittleren Etagen der Wetterau-Rheinischen Tertiärformation **).

Oswald Heer sprach sich darüber folgendermaassen aus. »So treffliche Arbeiten wir (in diesen Abhandlungen Ludwigs) über die Flora des Mainzer Beckens erhalten haben, so ist es doch immer noch sehr schwer, sich in demselben zu orientiren, da wir auf sehr widersprechende Angaben und Ansichten stossen. Die Flora ist noch wenig bekannt, und ich bin nicht im Stande, irgend etwas zur Aufhellung derselben beizutragen. Aus den oberen Schichten des Litorinellenkalkes, den damit wechselnden Thonschichten und den sie bedeckenden Sandsteinen hat Ludwig eine Zahl von Pflanzen beschrieben, welche bei Frankfurt ausgegraben wurden. Es sind aber darunter wenig ausgezeichnete und für irgend eine Stufe charakteristische Formen. Am wichtigsten sind in letzterer Beziehung *Dryandroides banksiaefolia* und *D. arguta*, welche freilich nur in unvollständigen und noch zweifelhaften Blattstücken vorliegen, aber dafür sprechen würden, dass der Litorinellenkalk mit der zweiten Stufe unserer Molasse zu combiniren sei. *Flora tertiaria Helvetiae, III.* S. 302.

Aus der die vorerwähnte neueste Abhandlung Ludwigs (im achten Bande der *Palaeontographica*) beschliessenden Tabelle ersehen wir, dass ihm in der mittleren Abtheilung 45, und in der oberen oder jüngsten Abtheilung 56 Species bekannt sind; unter den ersteren befinden sich 27 neue Species, während die

*) Ludwig hat die Planze, von welcher diese so häufig vorkommenden Früchte stammen, als *Hippophaë dispersa* eingeführt.

**) In *Palaeontographica*, Bd. V, S. 81—109 und S. 132—151.

letzteren sämmtlich neu sind. Die unteren und die mittleren Schichten haben nur 7 Arten gemein, während die jüngste Abtheilung mit jeder der beiden anderen Abtheilungen nur eine Art theilt.

§. 465. *Allgemeine Uebersicht der Verbreitung der Tertiärschichten im nördlichen Teutschland.*

Das nordteutsche Tiefland, wie solches im Süden durch die Vorberge des Riesengebirges, des Erzgebirges, des Harzes u. s. w. begränzt wird, zeigt eine nur wenig unterbrochene Bedeckung von quartären Geröll- und Sandschichten, von Lehm und erratischem Materiale. Allein unter dieser Bedeckung breiten sich tertiäre Ablagerungen aus, welche nur selten stetig in grösseren Flächen, meist sporadisch an einzelnen Puncten und Strichen zu Tage austreten, jedenfalls aber über sehr grosse Räume ausgedehnt sind, so dass sie, wenn wir uns die bedeckenden neueren Schichten entfernt denken, ein über mehrere Tausende von Quadratmeilen ununterbrochen verbreitetes Tertiärland darstellen würden.

Beyrich hat zuerst im Jahre 1855 den Zusammenhang dieser nordteutschen Tertiärbildungen nachzuweisen, auch durch eine geologische Uebersichtskarte anschaulich zu machen gesucht*), und damit den Weg zu einer systematischen Anordnung der hier und da auftauchenden, und oft weit aus einander liegenden tertiären Vorkommnisse gebahnt. In demselben Jahre war von Girard der zwischen der Elbe und Weichsel gelegene Theil des nordteutschen Tieflandes sehr ausführlich beschrieben worden**), während Andere theils früher, theils später über einzelne Regionen oder Localitäten desselben sehr schätzbare Beiträge geliefert haben.

Bevor wir nun zur Betrachtung der wichtigsten Tertiärbildungen Nordteutschlands übergehen, wird es zweckmässig sein, eine allgemeine Uebersicht ihrer Verbreitung und ihrer Reihenfolge zu geben, wobei wir uns die vorerwähnte treffliche Abhandlung Beyrich's zum Anhalten dienen lassen.

A. Verbreitung der nordteutschen Tertiärbildungen.

Das nordteutsche Tertiärland bildet, mit Ausnahme einzelner, ausserhalb seiner allgemeinen Südgränze liegender Lappen, ein stetig ausgedehntes Territorium, innerhalb dessen sich nicht füglich einzelne Becken unterscheiden lassen. Der Name Becken ist nur allenfalls anwendbar auf die grösseren Buchten, mit welchen dasselbe an seiner südlichen Gränze mehr oder weniger weit zwischen die älteren Formationen vordringt. Als dergleichen, zum Theil schon von Leopold v. Buch im Jahre 1851 bestimmte Becken sind namentlich hervorzuheben:

1. das nieder-rheinische Becken, eine, von Wesel bis in die Gegend südlich von Bonn in das rheinische Gebirge eingreifende Bucht, welche nach Norden und Westen mit den holländischen und belgischen Tertiärbildungen zusammenhängt, nach innen limnische, braunkohlenführende, nach aussen und darüber marine Schichten enthält;

---

*) In den Abhandlungen der Königl. Akad. der Wissenschaften zu Berlin, 1856.

**) In seinem Werke: Die norddeutsche Ebene, Berlin 1855.

2. das thüringisch-sächsische Becken, welches, zwischen Halle und Wurzen in das Gebiet älterer Formationen eindringend, gegen Süden über Leipzig, Zeitz und Altenburg bis in die Gegend von Werdau, gegen Osten mehr oder weniger unterbrochen über Grimma bis Oschatz, gegen Westen aber weit nach Thüringen hinein verfolgt werden kann, und noch bei Leipzig marine Schichten verschliesst*);

3. das nieder-schlesische Becken, welches die mit Braunkohlenlagern erfüllte Niederung des Odergebietes aus der Gegend von Liegnitz und Breslau bis nach Neisse und Oppeln begreift, bis jetzt aber noch keine marinen Schichten gezeigt hat.

Zwischen diesen drei, nach Süden vorspringenden Buchten lässt sich die allgemeine Südgränze des nordteutschen Tertiärlandes freilich nur sehr ungefähr bestimmen, weil die quartären Geröll- und Sandmassen fast alle diejenigen Gegenden überschwemmt haben, in welchen diese Gränze zu vermuthen und zu suchen ist; auch wird ihre Bestimmung noch dadurch erschwert, dass nicht selten einzelne sporadische Ueberreste der Tertiärformation noch rückwärts im Gebiete der älteren Formationen liegen geblieben sind. Von Wesel, am Ausgange des niederrheinischen Beckens, über Bentheim, Bramsche und den Steinhuder See bis nach Magdeburg bilden die älteren Gesteine einen nordwärts weit vorspringenden Bogen, durch welchen die allgemeine Südgränze des Tertiärlandes bedeutend nach Norden hinaufgedrängt, und die Breite desselben in dem Raume zwischen Ems und Weser am meisten beschränkt wird. Allein von Magdeburg aus südwärts bis Leipzig, welches in der Ausmündung des thüringisch-sächsischen Beckens liegt, und von Leipzig gegen Osten über Belgern, Ortrand, Wittichenau und Rothenburg bis nach Liegnitz, sowie weiterhin nach Südosten, da tritt die allgemeine Südgrenze immer mehr nach Süden zurück, da nimmt die Breite des Tertiärlandes fortwährend zu bis in die Gegend von Neisse, so dass sie in der Linie von Neisse bis an die nordöstliche Spitze von Pommern ihr Maximum erreicht.

Die Nordgränze des nordteutschen Tertiärlandes wird fast überall durch die Küsten der Nordsee und Ostsee bestimmt, dergestalt, dass auch noch Holstein und Schleswig in sein Gebiet fallen; nur in Pommern wird der zwischen Wollin, Kolberg und Gülzow liegende Theil des Küstenlandes von älteren (jurassischen) Bildungen eingenommen, welche auf die an der Westseite der Insel Bornholm bekannten gleichnamigen Bildungen verweisen.

Nach Westen steht das grosse nordteutsche Tertiärland mit den belgisch-holländischen, nach Osten mit den polnisch-russischen Tertiärbildungen in unmittelbarem Zusammenhange.

Mitten in dem so, seiner allgemeinen Begränzung nach ungefähr bestimmten Gebiete ragen hier und da einzelne Partieen der älteren Formationen aus

*) Zwischen dem nieder-rheinischen und dem thüringisch-sächsischen Becken ist eigentlich in vielen einzelnen, grösseren und kleineren Parcellen der Tertiärformation noch ein hessisches Becken angezeigt, durch welches das Mainzer Bassin mit dem grossen nordteutschen Territorium in Verbindung gebracht wird.



dem Tertiärlande auf; wie z. B. östlich von Berlin der Muschelkalk von Rüdersdorf, südlich von Berlin der Gyps von Sperenberg, bei Torgau der Porphyr, sowie die Gypsberge von Lüneburg in Hannover und von Segeberg in Holstein.

B. Allgemeine Uebersicht der nordteutschen Tertiärbildungen.

Es sind theils marine, theils limnische und fluviatile Bildungen, welche den Raum des grossen nordteutschen Tertiärlandes erfüllen; die letzteren werden gewöhnlich durch mehr oder weniger mächtige Braunkohlen-Ablagerungen charakterisirt, während die ersteren theils als Sand und Thon, theils als Mergel und Kalkstein ausgebildet sind.

Die Meeresbildungen gewinnen besonders im nördlichen Theile des ganzen Gebietes eine sehr grosse Ausdehnung. Sie sind schon im Ausgange der niederrheinischen Bucht an vielen Orten bekannt, und verbreiten sich von dort aus längs der, von Wesel über Bramsche bis nach Magdeburg bogenförmig vorspringenden Linie bis nach Leipzig, sowie nordwärts von dieser Linie bis an die Küsten der Nordsee und Ostsee. Aber auch noch südlich von derselben Linie sind im Gebiete der älteren Formationen an vielen einzelnen Puncten (wie z. B. bei Osnabrück, Bünde, Lemgo, Luithorst, Freden, Söllingen u. s. w.) Aussenlager derselben bekannt, welche eine mehr oder weniger unterbrochene, ursprünglich vielleicht durch Meerescanäle vermittelte Verbindung zwischen den nordteutschen und denen bei Kassel vorkommenden marinen Tertiärbildungen herstellen.

Von Leipzig aus scheint die südliche Gränze der Meeresbildungen anfangs in nördlicher Richtung bis gegen Brandenburg zu laufen; sie wendet sich dann nach Osten, nördlich an Berlin vorbei bis gegen Buckow, biegt dann abermals nach Norden über Freienwalde, durchschneidet die Oder südlich von Stettin und verläuft endlich in einem grossen Bogen, anfangs nach Osten und zuletzt nach Norden bis an den Gardeschen See an der Ostseeküste. Der ganze, nördlich von dieser Gränzlinie bis an die Küsten der Ostsee sich ausdehnende Flächenraum wird hauptsächlich von marinen Bildungen erfüllt.

Dagegen wird der ganze, östlich und südlich von dieser Gränzlinie ausgebreitete Flächenraum, bis zu der von Leipzig über Belgern, Ortrand, Wittichenau, Rothenburg und Liegnitz nach Neisse und Oppeln verlaufenden allgemeinen Südgränze des Tertiärlandes, in der Tiefe von einer Süsswasserbildung, nämlich von der grossen Braunkohlenformation des nordöstlichen Teutschland gebildet, welche nach Osten mit den angränzenden Braunkohlenbildungen Preussens und Polens zusammenhängt.

Fragen wir nun, zu welchen Abtheilungen der Tertiärformation die in diesem weit ausgedehnten nordteutschen Tieflande abgelagerten Schichten gehören, so erhalten wir die Antwort, dass sie theils der oligocänen, theils der miocänen Abtheilung zuzurechnen sind, während weder von eocänen noch von pliocänen Bildungen bis jetzt irgend etwas nachgewiesen worden ist.

Die oligocänen Bildungen erfüllen nicht nur die drei südlichen Buchten, sondern auch den grossen Flächenraum, welcher zwischen zwei Linien einge-

schlossen ist, die sich vom Steinhuder See aus einerseits über Magdeburg und Leipzig bis nach Liegnitz und Neisse, anderseits über Walle (in der Lüneburger Haide), Dönitz und Schwerin bis in die Gegend von Wismar (und von da längs der Ostseeküste) verfolgen lassen. Die miocänen Bildungen dagegen nehmen den ganzen, westlich und nördlich von dieser letzteren Linie gelegenen Landstrich bis an die holländische Gränze ein, so dass auch Holstein und Schleswig in ihr Gebiet gehören.

Beyrich unterscheidet in der nordteutschen Oligocänformation eine untere, eine mittlere und eine obere Abtheilung.

Das untere Oligocän besteht aus der grossen nordostteutschen Braunkohlenbildung und der stellenweise unmittelbar darüber liegenden marinen Etage, welche letztere besonders bei Magdeburg, Egeln und Aschersleben bekannt ist, und unter dem Namen Schichten von Egeln aufgeführt zu werden pflegt. Die limnische Braunkohlenbildung des nordöstlichen Teutschland, einschliesslich jener des thüringisch-sächsischen und des niederschlesischen Beckens, entspricht ihrer Lagerung zufolge den unteren Gliedern jener fluviomarinen Bildungen der Insel Wight, welche oben S. 78 ff. betrachtet worden sind, oder auch der S. 43 ff. geschilderten Gruppe des mittleren Süsswasserkalkes und Gypses im Pariser Bassin.

Das mittlere Oligocän, welches im Mainzer Becken durch den Meeressand und Septarienthon, die Cyrenenmergel und die mit ihnen verbundenen Braunkohlen vertreten wird, begreift im nördlichen Teutschland die Braunkohlen des niederrheinischen und des (aus dem Mainzer Bassin hinüberreichenden) hessischen Beckens, sowie, als vorzüglich charakteristisches Glied, den weit verbreiteten Septarienthon nebst dem Stettiner Sande.

Das obere Oligocän wird durch das Gestein von Sternberg in Mecklenburg, durch die Mergellager von Kassel, Lemgo, Osnabrück u. s. w., sowie durch die oberen marinen Schichten von Neuss und Krefeld in der preussischen Rheinprovinz repräsentirt.

Was endlich die miocänen Bildungen des nordteutschen Tieflandes betrifft, so gehören dahin die Sande und die petrefactenreichen Gesteinsblöcke, welche sich durch die ganze östliche Hälfte von Schleswig-Holstein, im Lübecker Gebiete und im angränzenden Mecklenburg verbreiten, sowie die thonigen und sandigen Schichten, welche den westlichen Theil von Schleswig-Holstein sammt der Insel Sylt bilden, und von dort aus weithin durch Hannover, Oldenburg und Westfalen bis nach Holland hinein zu verfolgen sind.

§. 466. *Die nordteutsche Braunkohlenformation.*

Als von Alexander Brongniart im Bassin von Paris braunkohlenführende Thone unter dem Grobkalke nachgewiesen worden waren, da glaubte man anfangs, allen ähnlichen Gebilden eine gleiche Stellung zuschreiben zu müssen, weshalb denn auch die nordteutschen Braunkohlen längere Zeit mit dem *argile plastique* und *lignite* der nordfranzösischen Eocänformation verglichen wurden.

Wenn nun auch selbst in späterer Zeit noch hier und da diese Vergleichung geltend gemacht worden ist, so scheint man doch gegenwärtig ziemlich allgemein zu der Ansicht gelangt zu sein, dass der grösste Theil der im nördlichen Teutschland so allgemein verbreiteten Braunkohlenformation in die oligocäne und miocäne Periode versetzt werden müsse.

Wir haben schon gesehen, dass die bedeutenden Braunkohlenlager der Wetterau dem miocänen Litorinellenkalke, und dass kleinere Lager der Art, wie sie bei Ostheim, Rossdorf und Hochstadt bekannt sind, den oligocänen Cyrenenmergeln angehören; wir haben auch gesehen, dass die Wiener Formation sowohl an ihrer Basis, als auch in ihren oberen Schichten mit Braunkohlenflötzen versehen ist. Hieraus folgt denn, dass die Formationen des Mainzer und Wiener Bassins in zwei verschiedenen Niveaus Braunkohle beherbergen. Es ist nun aber so gut wie erwiesen, dass auch die Braunkohlenbildungen des Westerwaldes und des niederrheinischen Bassins, Sachsens, Thüringens, Schlesiens, der Mark Brandenburg sehr nahe von gleichem Alter sind, und es dürfte daher wohl im Allgemeinen die Richtigkeit der neuerdings zur Geltung gelangten Ansicht nicht zu bezweifeln sein. Ja, nach Beyrich würde die Braunkohlenbildung des nordöstlichen Teutschland grossentheils als unteroligocän, als ein zeitliches Aequivalent der mittleren Süsswasserbildung des Pariser Bassins zu betrachten sein.

Die Braunkohlenformation ist im mittleren und nördlichen Teutschland ganz ausserordentlich verbreitet, und gewinnt eine grosse nationalökonomische Bedeutung für die Gegenden ihres Vorkommens. Leopold von Buch hat versucht, ihre zahlreichen Vorkommnisse nach bestimmten Territorien zu gruppiren, welche eben so vielen vorweltlichen Binnenmeeren oder Aestuarien entsprechen sollen, und er findet, dass nördlich von der Donau bis an das Meer sieben solcher Territorien zu unterscheiden sind*).

Diese sieben Becken sind folgende:

1. Das oberrheinische Becken zwischen dem Schwarzwalde und den Vogesen.
2. Das rheinisch-hessische Becken; es dehnt sich zwischen dem Taunus, dem westphälischen Sauerlande und dem thüringer Walde aus und wird in der Mitte von den Basalten des Westerwaldes, Vogelsberges, Habichtswaldes und der Rhön durchsetzt.
3. Das niederrheinische Becken; dasselbe beginnt einige Meilen oberhalb Bonn und reicht bis in die Gegend von Aachen und Düsseldorf, und noch weiter nordwärts.
4. Das thüringisch-sächsische Becken; es begreift Thüringen, die preussische Provinz Sachsen, das Königreich Sachsen und Herzogthum Altenburg.
5. Das böhmische Becken; das nördliche Böhmen.
6. Das schlesische Becken; es reicht vom Bober bis tief nach Oberschlesien, und hängt weiterhin mit den Braunkohlenbildungen Galiziens und Polens zusammen.
7. Das nordteutsche Becken; es erstreckt sich durch ganz Nordteutschland nach Preussen, Posen und Polen.

Von diesen Becken gehören das niederrheinische, das thüringisch-sächsische, das schlesische und das nordteutsche in das Gebiet des grossen nordteut-

*) Monatsberichte der Königl. preuss. Akad. der Wissensch. 1851, S. 683 f. und etwas ausführlicher in Karsten's und v. Dechen's Archiv, Bd. 25, 1852, S. 143 ff.

schen Tieflandes, und wir haben bereits im vorigen Paragraphen gesehen, dass die drei ersteren nach Beyrich eigentlich nicht sowohl als besondere Becken, sondern nur als südliche Ausbuchtungen des nordteutschen Tertiärlandes zu betrachten sind. In gegenwärtigem Paragraphen haben wir es nur mit diesem zu thun.

Die Gesteine dieser grossen, über mehre tausend Quadratmeilen ausgedehnten Braunkohlenformation zeigen in der Hauptsache eine auffallende allgemeine Aehnlichkeit, obgleich einzelne Gegenden auch eigenthümliche Gesteine verschliessen, die in andern Gegenden nicht angetroffen werden.

Als allgemein verbreitete Gesteine sind vor allen Geröll, Sand und Thon zu nennen; an den Sand schliessen sich Sandsteine und Quarzite, an den Thon Schieferthone, Kohlenletten und Alaunthon an; dann spielt die Braunkohle selbst eine sehr wichtige Rolle. In manchen Territorien nehmen auch Basalt- und Trachyt-Tuffe einen wesentlichen Antheil an der Bildung der Braunkohlenformation, und endlich dürften noch die Kohlenbrandgesteine, d. h. die durch Kohlenbrände gelieferten Producte und Rückstände als eigenthümliche Gesteine aufzuführen sein. Von mehr untergeordneten Materialien sind, als gewöhnlich vorkommende, besonders Eisenkies, Sphärosiderit und Thoneisenstein, als minder häufige, Opal und Polirschiefer, Kalkstein, Mergel und Gyps zu erwähnen. Ausser diesen Gesteinen kommen auch noch, besonders in den Thonen und in der Braunkohle, mancherlei accessorische Mineralien vor.

Wir betrachten zuvörderst die in grösseren Massen oder auch in allgemeinerer Verbreitung auftretenden Materialien.

1. Geröll. In manchen Gegenden besonders ihres südlichen Randes wird die Basis der Braunkohlenformation von mehr oder weniger mächtigen Geröll-Ablagerungen gebildet, welche ganz vorwaltend aus Quarzgeröllen bestehen, denen nur wenig Kieselschiefer oder andere Gesteine, aber niemals Flintgerölle beigemengt sind. Diese Gerölle unterscheiden sich meist von den ähnlichen Diluvialgeröllen durch ihre sehr reine, glatte, glänzende, polirte oder auch geätzte Oberfläche. Sie liegen gewöhnlich lose aufgeschüttet, sind aber auch bisweilen durch ein kieseliges Bindemittel zu sehr festen Conglomeraten verkittet.

In der Gegend von Lausigk in Sachsen, wo diese Gerölle eine grosse Verbreitung gewinnen, da sind sie alle ganz sauber und wie polirt; bei Meerane ist in der sogenannten Buttermilchschlucht eine mächtige Ablagerung von Sand und Geröllen aufgeschlossen, welche durch beigemengten weissen Thon so viel Consistenz erhalten, dass sie senkrechte Felswände bilden; alle diese Gerölle, unter denen sich auch solche von Porphyr finden, erscheinen auf ihrer Oberfläche wie angeätzt.

Im grössten Theile des nordteutschen Tieflandes, besonders aber in dem südlich angränzenden hügeligen und bergigen Lande scheinen die aus der Kreideformation stammenden Flintgerölle gänzlich zu fehlen, während dergleichen in den Diluvialgeröllen gar nicht selten sind. Nur in gewissen, der oberen Abtheilung der Kreideformation näher liegenden Regionen kennt man auch Flintgerölle, zum Theil in grosser Menge. So berichtet v. Dechen, dass in dem 383 Fuss tiefen Bohrloche von Helenabrunn, zwischen Gladbach und Viersen (im Regierungsbezirk

Düsseldorf) bei 323 Fuss eine 6 Zoll, und bei 340 Fuss Tiefe eine über 15 Fuss mächtige Schicht von Flintgeröllen erbohrt worden ist. Orographisch-geognostische Uebersicht des Regierungsbezirks Düsseldorf, 1864, S. 185. Die Nähe der südwestlich vorliegenden flintreichen Schichten der Kreideformation von Aachen dürfte dieses Vorkommen erklären.

2. Sand, d. h. Quarzsand bildet ein in der Braunkohlenformation oft sehr vorwaltendes Material. Er erscheint meist weiss oder hellgrau, indem er vorzüglich von farblosen oder weissen Quarzkörnern gebildet wird, zu denen sich jedoch auch mehr oder weniger graue, blaue, rothe und gelbe Körner gesellen; nur wenn ihm bituminöse oder kohlige Theile beigemengt sind, erscheint er auch im Ganzen gelb, dunkelgrau oder braun gefärbt, wie denn überhaupt kleine Körner und Staubtheile von Braunkohle nicht selten zwischen den übrigen Bestandtheilen bemerkbar sind. Die in den quartären Formationen so häufigen gelben und braunen Sand- und Geröllschichten, welche ihre Färbung einem Pigmente von Eisenoxydhydrat verdanken, gehören in der Braunkohlenformation zu den minder häufigen Erscheinungen; doch fehlen sie keinesweges; wie sie denn z. B. in dem niederrheinischen und thüringisch-sächsischen Becken gar nicht selten auftreten. In einigen Gegenden kennt man auch grüne, durch Glaukonitkörner gefärbte Sande, wie z. B. bei Gladbach im Regierungsbezirk Düsseldorf. Die ganz reinen weissen Sande werden zur Glasfabrication, als Scheuersand, Stubensand, Streusand u. s. w. benutzt.

Der Sand ist bald grobkörnig, bald klein- oder feinkörnig, und geht im ersteren Falle in Quarzgeröll über, welches nicht selten in mächtigen Schichten auftritt. Was die grobkörnigen Sande oft besonders auszeichnet, ist die glatte und glänzende, völlig rein gewaschene und fast polirte Oberfläche ihrer Körner. Bisweilen kommen auch krystallinische Sandbildungen vor, deren Körner Krystallflächen zeigen; häufig aber ist der grobe Sand sehr scharfkörnig. Silberweisse Glimmerschuppen sind ihm oftmals beigemengt. Die sehr glimmerreichen scharfkörnigen Sande führt Plettner unter dem Namen Glimmersand auf; die äusserst feinkörnigen, mit mehr oder weniger Glimmer und mit Kohlenstäubchen gemengten, weich und mild anzufühlenden und im feuchten Zustande fast plastischen Varietäten sind es, welche als Formsand benutzt und bezeichnet werden. (Plettner in seiner reichhaltigen Abhandlung über die Braunkohlenformation der Mark Brandenburg, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IV, 436 f.)

Wo der Sand ganz gleichmässig körnig und einfarbig ist, da pflegt seine Schichtung sehr undeutlich zu sein; wo er aber mit verschiedener Grösse des Kornes oder mit verschiedenen Farben auftritt, da giebt sie sich durch eine lagenweise Sonderung der gröberen und feineren Körner oder der verschiedentlich gegefärbten Partieen zu erkennen; dabei ist discordante Parallelstructur eine sehr gewöhnliche Erscheinung. Am deutlichsten ist die Schichtung da, wo der Sand mit Thonlagen oder Geröllschichten wechselt.

3. Sandstein und Quarzit. Die Sandsteine der nordteutschen Braunkohlenformation erscheinen theils nur in untergeordneten Massen innerhalb der Sande, theils in grösseren, selbständigen Ablagerungen. Die ersteren Vorkommnisse bilden mehr oder weniger (aber oft mehre Lachter) grosse, theils ganz ungestaltete, theils schollen- oder bankförmige Concretionen, welche im losen Sande stecken, aus dem sie dadurch entstanden sind, dass er

stellenweise von einem kieseligen Bindemittel durchdrungen wurde, welches eine Verkittung der Sandkörner bewirkte. Dieses Bindemittel ist oft so krystallinisch, dass die Sandstein-Concretionen eine sehr harte und feste, quarzit- oder hornsteinähnliche Beschaffenheit erhalten, und zu den unverwüstlichsten Gesteinen gehören. In den Geröllschichten entwickelten sich auf dieselbe Weise äusserst feste Kieselconglomerate mit hornsteinartiger Grundmasse. Uebrigens gehen diese Concretionen bald allmälig in den umgebenden Sand über, bald sind sie scharf gegen ihn begränzt, in welchem Falle ihre sehr unebene, cavernose und knollige Oberfläche mit einer glatten, glänzenden Kieselmasse imprägnirt ist, welche ihr ein emailartiges oder glasirtes Ansehen ertheilt.

Das sind die glasirten Blöcke, wie sie v. Dechen nennt, welche, nach Fortspülung des sie einhüllenden Sandes, oft in grosser Menge auf der Oberfläche des Landes herumliegen, und da, wo die Braunkohlenformation mit Basalten vergesellschaftet ist, mitunter seltsamer Weise als gefrittete Sandsteinblöcke gedeutet wurden; eine Deutung, welche Ludwig mit sehr guten Gründen zurückgewiesen hat; (Jahresbericht der Wetterauischen Ges. 1851, S. 39 f.). Auch wurden diese Blöcke oftmals, in Voraussetzung eines gewissen Zusammenhanges mit der Basaltformation, unter den Namen Trappquarz oder Trappsandstein aufgeführt. Der in der Gegend von Halle sogenannte Knollenstein gehört wohl gleichfalls hierher.

Ausser diesen concretionären Sandsteinen kommen aber auch andere vor, welche in stetigen Schichten ausgebildet sind, und oft eine recht ansehnliche Mächtigkeit erlangen. Dahin gehören z. B. die theils weichen, theils quarzitähnlichen Sandsteine von Liedberg im Regierungsbezirke Düsseldorf, und die ähnlichen Gesteine in den Regierungsbezirken Aachen und Cöln; die Sandsteine an der Dollendorfer Hardt unweit Bonn, die festen eisenschüssigen Sandsteine in der Dölauer Haide bei Halle, die Sandsteine der Kmehlener Berge bei Ortrand und die quarzitähnlichen Sandsteine bei Okrylla und Jessen unweit Meissen. Auch diese Sandsteine besitzen oftmals eine mehr oder weniger krystallinische Beschaffenheit, und erhalten mitunter durch eingesprengte Quarzkrystalle eine porphyrartige Structur. Andere hierher gehörige Gesteine erscheinen als dichte, hornsteinähnliche Quarzite, welche oft einzelne grössere Quarzkörner von muscheligem Bruche, oder auch kleine Quarzgerölle umschliessen, oft sehr zerklüftet, auf ihren Klüften bisweilen mit Chalcedon oder Opal erfüllt sind, und theils in stetig ausgedehnten, theils in zerstückelten Schichten auftreten. — Pflanzenabdrücke sind in diesen Sandsteinen an vielen Orten bekannt.

4. Thone und Letten. Graue, zumal blaulich-, grünlich- und aschgraue, oder weisse Thone bilden eine fast nirgends fehlende Erscheinung in der Braunkohlenformation; bisweilen sind sie auch gelb oder braun, roth oder bunt gefärbt. Sie treten bald in lagerförmigen, bald in stockförmigen Gebirgsgliedern auf, welche oft eine recht bedeutende Mächtigkeit erlangen, aber gewöhnlich keine deutliche Schichtung besitzen, was nur dann der Fall ist, wenn verschiedentlich gefärbte Varietäten mit einander abwechseln, oder wenn Sandschichten dem Thone eingeschaltet sind. Oft stehen die Thone 20 bis 40 Fuss hoch an, ohne eine Spur von Schichtung erkennen zu lassen. Sie sind bald sehr rein und vollkommen plastisch, bald mehr oder weniger durch

Sand und andere Beimengungen verunreinigt, in welchem Falle sie unter dem Namen Letten aufgeführt zu werden pflegen. Eisenkies und Gyps gehören zu den nicht seltenen accessorischen Bestandtheilen; auch verrathen manche Thone durch Aufbrausen mit Säuren eine innige Beimengung von kohlensaurem Kalke. In vielen Thonen finden sich Lagen und Nieren von Sphärosiderit oder von Thoneisenstein, welche letztere aus der Zersetzung des Sphärosiderites hervorgegangen sind. Braunkohle, bituminöses Holz und andere Pflanzenreste kommen theils im verkohlten, theils im verkiesten Zustande nicht selten vor.

Kohlenletten. So nennt man ein inniges Gemeng von feinem Sande, Thon und kohligen Theilen, dessen Bestandtheile in sehr verschiedenen Verhältnissen auftreten, daher man mit Plettner sandigen, thonigsandigen und thonigen Kohlenletten unterscheiden kann. Seine Farbe ist meist dunkelbraun oder schwarz; er ist fest, im feuchten Zustande plastisch, deutlich und oft dünn geschichtet, und brennt sich vor dem Löthrohre äusserlich aschgrau, während er im Innern braun bleibt, ja sogar nach aussen hin schwarz wird; (Plettner a. a. O. S. 441). Gyps und Eisenocker erscheinen bisweilen als accessorische Bestandtheile.

5. Alaunthon (oder Alaunerde). So nennt man solche bituminöse Thone oder Kohlenletten, welche, vermöge gewisser innig beigemengter Bestandtheile, zur Bereitung von Alaun geeignet sind. Sie sind schwärzlichgrau, schwärzlichbraun bis schwarz, im Bruche erdig und matt, im Striche glänzend, fest oder zerreiblich, und meist deutlich geschichtet. Als hauptsächliche Bestandtheile derselben sind Thon, kohlige Theile, Sand und Glimmer zu betrachten. Eisenkies und Schwefel sind unter dem Mikroskope nicht zu entdecken; desungeachtet hat H. Müller gezeigt, dass der Alaunthon wirklich unsichtbar vertheiltes Eisenbisulphuret, freien Schwefel und huminsaures Eisenoxydul enthält.

Wenn er daher einige Zeit an der Luft liegt, so findet, unter auffallender Erwärmung, eine Bildung von Eisenvitriol und schwefelsaurer Thonerde Statt. Dagegen lässt sich, wie schon Mitscherlich gezeigt hat, aus Alaunthon, welcher vor dem Zutritte der Luft geschützt war, keine Spur von schwefelsauren Salzen extrahiren. Journal für prakt. Chemie, Bd. 59, 1853, S. 257 ff. Der Alaunthon bildet oft das unmittelbare Hangende von Braunkohlenflötzen, erscheint aber auch in selbständigen Flötzen, welche bisweilen eine sehr bedeutende Mächtigkeit erlangen; wie z. B. in Mecklenburg bei Bockup, wo nach Brückner das bedeutendste Flötz 49, und bei Loosen, wo es sogar 87 Fuss mächtig ist. Diese selbständigen Flötze werden nach Müller in der Regel von Sandschichten unterteuft und bedeckt. Besonders in der Mark sind sie vielorts bekannt; doch kennt man sie auch bei Koswig an der Elbe, bei Schwemsal und anderen Orten des Muldenthales, sowie im Bornstedt-Holdenstedter Becken zwischen Eisleben und Sangerhausen. Müller, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 6, 1854, S 707 ff.

6. Schieferthon. Graue, bisweilen weisse, oft licht kaffeebraune und bituminöse Schieferthone sind in einigen Territorien der nordteutschen Braunkohlenformation bekannt; so z. B. bei Kaltennordheim und Bischofsheim in der Rhön; gewöhnlich sind sie äusserst feinerdig und reich an Pflanzenabdrücken, besonders an Blättern. Nahe verwandt mit diesen Schieferthonen sind die Cyprisschiefer, welche bei Kaltennordheim und im Eisgraben bei Fladungen

vorkommen; sie bilden daselbst nur einzelne Schichten, und erlangen nirgends eine so bedeutende Mächtigkeit, wie im nordwestlichen Böhmen.

7. Trachyt- und Basalttuffe. Am Fusse des Siebengebirges bei Bonn liegen die trachytischen Conglomerate und Tuffe zwischen den Schichten der Braunkohlenformation, nämlich über den tiefsten Sandsteinen und Thonen derselben, während sie von den eigentlichen kohlenführenden Schichten bedeckt werden. Dasselbe gilt auch von den dortigen basaltischen Tuffen und Conglomeraten *), und ähnliche Verhältnisse sind auch in anderen Territorien bekannt.

So wechseln z. B. bei Laubach, am Fusse des Vogelsberges in Hessen, Basalttuffe sieben Mal mit Braunkohlenflötzen ab; von Leonhard, die Basaltgebilde, II, 52 f. Die Braunkohlenbildungen der Rhön liegen nach Hassenkamp mehrorts auf Basalt und basaltischen Tuffen, welche ihnen auch nicht selten eingeschaltet sind; dieselben Erscheinungen wiederholen sich am Westerwalde. Bei Seifhennersdorf in der Lausitz wird der obere Theil der Braunkohlenformation mit von Basalttuffen gebildet; auf dem Hoffmannschen Werke daselbst werden zwei Kohlenflötze durch ein Zwischenmittel von regelmässig geschichtetem Basalttuff abgesondert. Bei Jauer in Schlesien liegt nach Ludwig die Braunkohle gleichfalls zwischen Basalttuffen; Zeitschr. der deutschen geol. Ges. I, 257.

8. Die Kohlenbrandgesteine kommen im Gebiete der nordteutschen Braunkohlenformation nur selten vor, wie z. B. in der Gegend von Zittau in Sachsen, bei Abterode und Bischofsheim in der Rhön. Sie sind grösstentheils die Producte der Frittung und beginnenden Schmelzung von Thonen, Schieferthonen und anderen pelitischen Gesteinen der Braunkohlenformation.

Auch gehören zu ihnen die stängelig abgesonderten Thoneisensteine, welche durch die Einwirkung der Kohlenbrände auf Sphärosiderit entstanden sind, wie dies von Hohenegger durch directe Versuche bewiesen worden ist; Haidinger's Berichte über die Mittheilungen von Freunden der Naturw. III, 142. Die Kohlenbrände selbst wurden wohl gewöhnlich durch freiwillige Selbstentzündung verursacht, welche besonders durch die Zersetzung oder Vitriolescirung von fein eingesprengtem Markasit veranlasst worden sein dürfte, wie Seyfert's Beobachtungen über die Wärme-Entwickelung in den Riestedter Kohlenflötzen lehren. Neues Jahrb. für Min. 1855, S. 465.

9. Braunkohlen. Dieses wichtige Material, nach welchem die ganze Formation benannt ist, erscheint in mancherlei Varietäten, welche man nach ihrer Beschaffenheit als Pechkohle, holzige Braunkohle (oder Lignit, bituminöses Holz), Erdkohle und Moorkohle, nach der Form, in der sie gewonnen und verbraucht werden, als Stückkohle, Knorpelkohle und Formkohle unterscheidet. Auch Faserkohle, schwarz, wie gewöhnliche Holzkohle erscheinend und in ihrem Ansehen durchaus nicht verschieden von jener der Steinkohlenformation, kommt zuweilen lagenweise oder auf Klüften in der Braunkohle vor; selbst das bituminöse Holz ist manchmal stellenweise in schwarze Faserkohle umgewandelt, was Göppert aus der Einwirkung von schwefelsauren Salzen erklärt.

---

*) Vergl. v. Dechen, Geognostische Beschr. des Siebengebirges, S. 117, 140 u. 148; auch dessen Geogn. Führer in das Siebengebirge am Rhein, 1861, S. 166 ff.

Als ein paar ausgezeichnete Varietäten sind noch folgende zu erwähnen:

Papierkohle oder Dysodil. Sie besteht aus dünnen, von einander leicht ablösbaren Lagen oder Membranen, welche biegsam und zäh wie Pergament oder starkes Papier sind; dabei ist sie braun oder grau, schimmernd, im Striche glänzend, und weich. Sie enthält nur wenig eigentliche Kohle, indem Bitumen, Thon und Kieselerde ihre hauptsächlichen Bestandtheile ausmachen, welche letztere, wie Ehrenberg gezeigt hat, wesentlich durch Kieselpanzer von Diatomeen und durch Phytolitharien geliefert worden ist, weshalb denn die Papierkohle dem Polirschiefer und anderen Diatomeenpeliten sehr nahe steht, welche sie auch bisweilen begleiten. Auch pflegt die Papierkohle sehr reich an anderen organischen Ueberresten, zumal von Fischen (*Leuciscus papyraceus*) und an Blättern von dicotylen Bäumen zu sein. Glimbach bei Giessen, Sieblos in der Rhön, Liessem und Rott unweit Bonn, sowie Linz und Orsberg bei Erpel sind bekannte Fundorte dieser merkwürdigen Kohle.

Pyropissit oder Wachskohle. Eine ganz eigenthümliche Varietät, welche bei Gerstewitz unweit Weissenfels und bei Helbra in Thüringen vorkommt*). Sie ist schmutzig gelb bis licht gelblichbraun, erdig und leicht zu zerbröckeln, matt, im Striche glänzend, hat das Gewicht 0,9 und unterscheidet sich wesentlich von jeder anderen Braunkohle durch ihr Verhalten im Feuer. Bei einer geringen Wärme entwickelt sie weisse schwere Dämpfe, in der Flamme verbrennt sie mit Gestank, und in einem offenen Gefässe kommt sie in Fluss und schmilzt zu einer pechähnlichen Masse. Durch Aether lässt sich ein wachsartiger Bestandtheil ausziehen, welchen Wackenroder Cerinin nannte, während Brückner später zeigte, dass er ein sehr zusammengesetzter Körper sei. Journal für prakt. Chemie, Bd. 57, S. 1 ff. Diese merkwürdige Kohle bildet nach Mahler bei Gerstewitz den hangenden Theil eines Braunkohlenflötzes, stellenweise bis zu 3½ Fuss Mächtigkeit; sie geht nach unten in rothbraune bis schwärzlichbraune, noch sehr fette Braunkohle über, bis endlich im Liegenden schwarze magere Kohle folgt. Bei der Gewinnung arbeitet sie sich wie Rindstalg, so dass die Keilhaue fast darin stecken bleibt. Mahler a. a. O. S. 19 f.

Von accessorischen Bestandtheilen der nordteutschen Braunkohle sind, ausser dem häufig vorkommenden und ihre Brauchbarkeit sehr beeinträchtigenden Eisenkies (Pyrit und Markasit), besonders noch Gyps, Schwefel, Eisenvitriol, Haarsalz, Retinit und andere bernstein-ähnliche Harze, sowie endlich der Bernstein selbst zu erwähnen, von welchem es keinem Zweifel mehr unterliegt, dass er seine hauptsächliche Heimath in den ältesten Schichten der Braunkohlenformation hat, obgleich er sehr häufig in die Diluvialschichten verschwemmt worden ist Als ein bis jetzt nur an einzelnen Fundorten vorgekommenes Mineral muss noch der Mellit von Artern genannt werden.

Die Braunkohlen bilden theils regelmässige und weit fortsetzende Lager oder Flötze, theils Lagerstöcke, welche oft zu einer sehr bedeutenden

*) Bei Helbra scheint der Pyropissit jetzt nicht mehr vorzukommen, wie Herter bemerkt; (in den Abhandlungen der naturf. Ges. zu Halle, Bd. 4, 1858, S. 71). Früher fand er sich jedoch häufig; schon Voigt beschrieb ihn von dort in seinen Kleinen mineralogischen Schriften; Freiesleben gedachte seines Vorkommens in ziemlicher Menge zu Anfang des jetzigen Jahrhunderts; Heine gab eine ausführliche Beschreibung desselben im Neuen Jahrb. für Min. 1845, S. 147 ff. und Karsten sprach darüber in der Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 2, 1850, S. 71.

Mächtigkeit gelangen. So werden nach Andrä die Braunkohlenflötze der Gegend von Halle bisweilen über 7 Lachter mächtig. Nach v. Dechen beträgt die Mächtigkeit des Braunkohlenlagers im Brühler Revier, zwischen Cöln und Bonn, auf dem westlichen Gehänge über 13 Lachter, während sie auf dem östlichen Gehänge zwischen $^{5}/_{4}$ und 9 Lachtern schwankt. In der Gegend von Zittau in Sachsen liegt die Braunkohle stellenweise über 70, ja sogar weit über 100 Fuss mächtig, einschliesslich der Zwischenlagen von Thon. Mächtigkeiten von 10 bis 20 Fuss sind sehr gewöhnlich; doch sind die Flötze oft bedeutenden Mächtigkeitswechseln unterworfen, so dass sie bald Anschwellungen, bald Verdrückungen zeigen, und bisweilen zu lauter einzelnen Stöcken dismembrirt erscheinen.

Die Braunkohlenflötze liegen meist zwischen Sand- und Thonschichten, ohne dass in dieser Hinsicht ein bestimmtes Gesetz waltet, indem bald Sand, bald Thon das unmittelbare Hangende oder Liegende bildet; bisweilen erscheint Alaunthon als die Decke der Kohlenflötze. In basaltischen Regionen treten auch Basalttuffe über, unter oder zwischen den Flötzen auf. Wo mehre Flötze vorkommen, da werden solche durch mehr oder weniger mächtige Zwischenmittel von Sand, Thon, Schieferthon oder anderen Gesteinen getrennt. Nicht selten kommen zwei oder drei Flötze über einander vor, bisweilen auch noch mehre; bei Riestädt unweit Sangerhausen sind 5, bei Muskau in der Lausitz 6, in der Mark Brandenburg oft 7 Flötze vorhanden; im Westerwalde kommen nach Stifft 5, ja nach Erbreich sogar 8 Flötze vor, von denen jedoch die drei oberen nicht abgebaut werden.

Ueber die nur untergeordnet oder auch selten vorkommenden Materialien der nordteutschen Braunkohlenformation mögen folgende Bemerkungen genügen.

a Opal und Opalschiefer. Am Quegsteine bei Muffendorf u. a. O. unweit Bonn enthalten die Quarzite, Hornsteine und kieseligen Sandsteine oft Halbopal und Opaljaspis; bei Rott bildet Halbopal nebst Polirschiefer sogar schmale Schichten in und über der dortigen Papierkohle; ja, manche dieser Schichten, welche besonders viele Pflanzenabdrücke enthalten, erscheinen als bituminöse, schwärzliche Kieselschiefer.

b. Polirschiefer, sowie Lagen von Kieselguhr begleiten die Papierkohle von Rott unweit Bonn; weit mächtiger erscheinen sie in dem Braunkohlenlager von Liessem bei Godesberg, welches in Streifen und Partieen so reichlich mit diesen Beimengungen versehen ist, dass sein Material als Kohle ganz unbrauchbar wird; dieses Lager ist 19 bis 52 Fuss stark. Geogn. Beschr. des Siebengebirges von v. Dechen, S. 205.

c. Mergel und Kalkstein; beide sind nur in wenigen Gegenden bekannt. So berichtet Andrä, dass bei Halle, vorzugsweise in der Nähe der Kohlenflötze, gelblichgrauer bis brauner, erdiger Mergel in bisweilen mehre Fuss mächtigen Schichten auftritt. Bei Striese und Schmarken, unweit Prausnitz in Schlesien, liegt ein dichter kreideähnlicher Kalkstein über der Braunkohle; derselbe enthält Pflanzenabdrücke, eben so wie der Mergel von Stedten unweit Halle.

d. Gyps. Als accessorischer Gemengtheil ist er nicht selten in den verschiedenen thonigen Gesteinen und in der Braunkohle selbst, welche bisweilen dermaassen mit Gyps imprägnirt ist, dass ihre Asche grossentheils daraus besteht. Er

erscheint aber auch bisweilen als erdiger Gyps in schmalen Schichten (z. B. mit den Mergeln bei Dölau, Zscherben und Nietleben unweit Halle), sowie als Thongyps und krystallinischer Gyps in grösseren, selbständigen Ablagerungen. Diess letztere ist der Fall in Oberschlesien und Polen, wo sich eine eigenthümliche, von v. Carnall beschriebene Gyps- und Mergelbildung vorfindet, welche die dortige Braunkohlenformation mit den karpathischen Gyps- und Steinsalzbildungen in Verbindung bringt*). Dahin gehören in Oberschlesien die Gypsmassen von Dirschel und Katscher auf dem linken, und jene von Czernitz, Krziskowitz und Pschow auf dem rechten Ufer der Oder, deren Gestein theils als sogenannter Lehmgyps, theils als krystallinischer Gyps ausgebildet ist, und im letzteren Falle oft aus bis fussgrossen linsenförmigen Krystallen besteht; dahin gehören auch nach Gumprecht die Gypse von Wapno und Inowroclaw in Posen. Sehr interessant ist es, dass in dem Gypse von Czernitz, so wie in dem ihn einschliessenden blaulichgrauen Thone durch Kuh Conchylien und Foraminiferen der Wiener Formation nachgewiesen worden sind. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IV, 225.

e. Sphärosiderit und Thoneisenstein. Der thonige Sphärosiderit kommt gewöhnlich in den Thonen oder thonigen Sandsteinen, bisweilen auch in den Trachyt- oder Basalttuffen der Braunkohlenformation vor. Er bildet theils stetig ausgedehnte Schichten von 1 bis 18 Zoll Mächtigkeit, welche oft mehrfach (bis zu 30) über einander liegen, theils flach ellipsoidische Nieren, welche mitunter bis zu 6 Fuss im Durchmesser und 3 Fuss Dicke erreichen. Besonders das niederrheinische Braunkohlenrevier bei Bonn ist reich daran. Nach aussen sind diese Nieren gewöhnlich in braunen Thoneisenstein umgewandelt, welcher ebenfalls in dergleichen concentrisch-schaligen, in der Mitte bisweilen hohlen Nieren (sogenannten Adlersteinen) vorkommt. Auch finden sich hier und da Schichten von dünnschaligem und linsenförmig-körnigem Thoneisenstein. Die im Soonwalde, auf den Höhen des Hunsrücks, unter so merkwürdigen, von Nöggerath beschriebenen Verhältnissen vorkommenden Nieren oder Kugeln von Brauneisenerz und Psilomelan stecken gleichfalls in einer der Braunkohlenformation angehörigen Thonbildung. Auch ein grosser Theil des oberschlesischen sogenannten Thoneisensteingebirges gehört nach v. Carnall der Braunkohlenformation an; so der bei Karlsruhe und Kreuzburgerhütte, bei Oppeln, Ratibor und anderen Orten; die Eisensteine sind theils reine, theils sandige Sphärosiderite, deren Knollen im Thone oder Sande liegen.

f. Eisenkies. Dieses, als accessorischer Bestandtheil der Thone und der Braunkohlen so gewöhnlich vorkommende Mineral ist bisweilen dermaassen angehäuft, dass die betreffenden Schichten als förmliche Kiesflötze bezeichnet und, behufs der Vitriol- und Alaungewinnung, abgebaut werden; wie bei Olbersdorf unweit Zittau in Sachsen. Tamnau hat gezeigt, dass sich noch jetzt in der Braunkohle Eisenkies bildet, wobei die Kohle brüchig wird, sich aufbläht und endlich zerfällt, während sich gleichzeitig Schnüre von Pyrit oder Markasit entwickeln. Zeitschrift der deutschen geol. Ges. Bd. 13, S. 356.

Die vorwaltenden Materialien der Braunkohlenformation, zu welchen besonders die sandigen und die thonigen Gesteine gehören, bilden mehr oder weniger mächtige Schichtensysteme, denen die Braunkohlenflötze eingeschaltet sind. In manchen Gegenden, wie z. B. bei Bonn, bei Wurzen in Sachsen, bei Belgern, bilden Sandsteine und Quarzite die tiefsten Schichten, über welchen die Thone und die Braunkohlen folgen. Die Sande spielen bald eine sehr vorwaltende, ja fast alleinherrschende Rolle, wie in der Mark Brandenburg,

*) Ueber die Fortsetzung dieser Gypsbildung nach Galizien hinein gab Alth eine lehrreiche Abhandlung im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. 9, 1858, S. 143 ff.

bei Halle, in der Gegend zwischen Leipzig, Frohburg und Grimma; bald fehlen sie fast gänzlich, wie im Westerwalde und auf der Rhön, wo die Thone sehr vorwalten. In noch anderen Gegenden erscheinen thonige und sandige Schichten in fortwährender Wechsellagerung.

In der Mark Brandenburg und in den angränzenden Gegenden ist der Sand so vorwaltend, dass Girard erklärte, man könne im Allgemeinen sagen: alle dortigen Braunkohlen liegen im Sande; denn was man bisher in fast allen Fällen unter ihnen, mit ihnen und über ihnen gefunden habe, sei hauptsächlich Sand, und da, wo keine Kohlen vorkommen, werde die ganze Bildung durch eine mehr oder weniger mächtige Sandablagerung vertreten (Die norddeutsche Ebene, S. 65). Anders scheint es sich in Westpreussen und Posen zu verhalten. Auf dem linken Ufer der Weichsel, von Thorn über Schwetz bis Neuenburg ist nach Gumprecht ein blaulichgrauer Thon ausserordentlich verbreitet, in welchem bei Fordon 5 Braunkohlenlager liegen; noch bei Dirschau hat ein 300 F. tiefes Bohrloch blauen Letten mit Braunkohlenspuren durchbohrt, bis es die Mergel der Jura- oder Kreideformation erreichte, und auch aufwärts von Thorn kennt man auf beiden Weichselufern vielorts in Posen und Polen denselben Thon mit Braunkohlen. Im Thale der Braa bei Bromberg ist er anstehend, und in Bromberg selbst wurde Braunkohle erbohrt. Zu beiden Seiten der Warthe, von Konin in Polen über Posen, Birnbaum bis Meseritz verbreitet sich dieser Thon bis an die Gränzen von Brandenburg und Schlesien (Karsten's und v. Dechen's Archiv, Bd. 19, 1845, S. 627 ff.). Dieser blaulichgraue Thon der Warthe- und Weichselgegenden ist nach Girard verschieden von dem über ihm liegenden Septarienthone (Die norddeutsche Ebene, S 74), und dürfte dort die Braunkohlenformation repräsentiren, da er nicht nur Braunkohlen enthält, sondern auch sowohl bei Ciechocinek südöstlich von Thorn, als auch bei Dirschau unmittelbar der Juraformation aufliegend gefunden wurde. Auch Beyrich bemerkt, dass dieser Thon nach den Beobachtungen v. Mielecki's ein in Wechsellagerung mit den Gliedern des älteren Braunkohlengebirges abgesetztes und dieser selbst noch angehöriges Gestein sein könne (Ueber den Zusammenhang der norddeutschen Tertiärbildungen, S. 16).

Die Unterlage der Braunkohlenformation wird von sehr verschiedenen Formationen gebildet; interessant ist es aber, dass nicht selten auch Basalt als das unmittelbare Liegende auftritt, wie im Westerwalde, in der Wetterau und in der Rhön; eine Erscheinung, welche eben so wie das bisweilige Auftreten regelmässig eingeschichteter Basalttuffe, den Beweis liefert, dass basaltische Eruptionen oftmals der Braunkohlenformation vorausgegangen sind. Dasselbe gilt von den Trachyten des Siebengebirges. Da aber die Formation auch häufig von Basaltgängen durchsetzt, oder von Basaltdecken und Basaltkuppen überlagert wird, so folgt, dass die basaltischen Eruptionen sich mehrmals wiederholt und überhaupt während einer längeren Zeit ereignet haben müssen. In den meisten Gegenden Nordteutschlands wird jedoch die Braunkohlenformation nur von quartären Bildungen überlagert, aus welchen sie auch oft unbedeckt zu Tage austritt.

Die Lagerung der nordteutschen Braunkohlenformation ist keinesweges immer so regelmässig, als man es von einer so neuen Bildung erwarten sollte. Nicht nur am Fusse der Gebirgsketten, nicht nur da, wo sie mit Basalten oder Phonolithen in Conflict gerieth, sondern selbst mitten in den Gegenden des Tieflandes und fern von allen eruptiven Gesteinen kommen oft sehr gestörte

Lagerungsverhältnisse vor, welche beweisen, dass auch diese neogene Tertiärbildung oftmals von bedeutenden Convulsionen der äusseren Erdkruste betroffen worden ist. Aufrichtungen und Faltungen der Schichten, Verwerfungen und theilweise Hebungen oder Senkungen ganzer Schichtensysteme gehören zu den gar nicht seltenen Erscheinungen. Wo dergleichen Störungen durch Basalte oder Phonolithe bewirkt worden sind, welche die Braunkohlenformation durchbrochen haben, wie in der Rhön, in der Lausitz und in Hessen, da erscheint auch die Braunkohle selbst, im Contacte mit diesen Gesteinen, oft auffallend verändert, in einem anthracit- oder kokähnlichem Zustande.

Einige Beispiele für solche Umwandlungen der Braunkohle sind bereits im ersten Bande S. 740 und 741 angeführt worden. Was aber die, selbst im Gebiete des nordteutschen Tieflandes vorkommenden Störungen des Schichtenbaus betrifft, so sind wir über solche durch Plettner, in seiner vortrefflichen Abhandlung über die Braunkohlenformation der Mark Brandenburg, belehrt worden. Nirgends, sagt er, ist dort die Formation in ungestörter horizontaler Lagerung angetroffen worden; überall sind die Schichten so stark geneigt, wie sie ursprünglich nicht gebildet worden sein können. Das Fallen der Kohlenflötze beträgt gewöhnlich zwischen 20 und 50°, steigt mitunter bis 80 und 90°, und überschreitet sogar diese Gränze, indem an einigen Punkten offenbar Ueberkippungen Statt gefunden haben. Die Schichten bilden eine Menge von Satteln und Mulden, welche unter sich einen constanten Parallelismus des Streichens von OSO. nach WSW. beobachten, und oft vielfach combinirt sind. Ganz gewöhnlich kommt es auch vor, dass die Flötze, zumal in der Nähe der Sattel- oder Muldenlinien, von Klüften durchsetzt werden, welche oft weithin dem Streichen parallel verlaufen, und fast immer von einer einseitigen Senkung begleitet werden. Diese Verwerfungsklüfte sind stets so scharf eingeschnitten, und zeigen so glatte und ebene Flächen, wie sie selbst in festen Gesteinen nur selten beobachtet werden. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IV, S. 460 f. Die Abhandlung ist reich an vielen höchst interessanten Thatsachen, welche diese allgemeinen Bemerkungen bestätigen.

Auch Girard beschreibt in seinem Werke über die nordteutsche Ebene viele sehr instructive Profile, aus denen diese gestörten Lagerungsverhältnisse zu ersehen sind. Mit Recht nimmt er an, dass diese Faltungen und Stauchungen der Schichten nur die Folge grossartiger Rutschungen und Verschiebungen sind, welchen die weichen und noch plastischen Schichten nach ihrer Ablagerung unterworfen waren; a. a. O. S. 72.

§. 467. *Organische Ueberreste und Alter der nordteutschen Braunkohlenformation.*

Durch ihre organischen Ueberreste wird die nordteutsche Braunkohlenformation im Allgemeinen als eine Süsswasserbildung charakterisirt, indem die darüber folgenden marinen Schichten mit ihr selbst in keinem wesentlichen Verbande zu stehen scheinen*). Das nordteutsche Tiefland mag zur Zeit der Braunkohlenformation von vielen grösseren und kleineren, aber seichten Süsswasserseen und von ausgedehnten Mooren erfüllt gewesen sein, in deren Umge-

*) Auch Beyrich erklärt die nordteutsche Braunkohlenformation für eine Süsswasserbildung, wogegen Girard und Herter sie grossentheils für eine Meeresbildung zu halten geneigt sind.

bung eine üppige Vegetation Statt fand, während gleichzeitig durch die, zufolge einer Hebung der südlich vorliegenden Gebirge, ausserordentlich gesteigerte Fallthätigkeit aller Flüsse ungeheuere Massen von Treibholz hinabgeschwemmt wurden. Der solchergestalt mit Sand-, Thon- und Pflanzenschichten bedeckte Landstrich erfuhr aber später verschiedene Senkungen, und wurde grossentheils in Meeresgrund verwandelt, auf welchem sich die über der Braunkohlenformation abgelagerten marinen Schichten ausbildeten.

Was aber das Alter der nordteutschen Braunkohlen betrifft, so folgt sowohl aus ihren Pflanzenresten, als auch aus den sie bedeckenden marinen Schichten, dass sie theils in die oligocäne, theils in die miocäne Periode zu verweisen sind. Thierische Ueberreste kommen überhaupt nicht häufig vor; aber schon diese wenigen Vorkommnisse beweisen, dass die Bildung unserer Braunkohlenflötze gewiss nicht in die eocäne Periode fiel. Dieselbe negative Folgerung und der theils oligocäne, theils miocäne Charakter finden aber ihre vollkommene Bestätigung in den zahlreichen Pflanzenresten, über welche sehr werthvolle Arbeiten von Otto Weber und Göppert geliefert worden sind, indem sich jener die niederrheinische, dieser besonders die schlesische Braunkohlenformation zum Gegenstande seiner Forschungen wählte, während Oswald Heer äusserst wichtige Beiträge zur Kenntniss der Flora anderer Regionen lieferte*).

Uebrigens unterliegt es keinem Zweifel, dass auch in Nordteutschland die Eruptionen der Trachyte und Basalte in die Bildungsperiode der Braunkohlenformation fielen.

Zur Bestätigung aller dieser Resultate dürfte es zweckmässig sein, einige von denjenigen Regionen, deren Pflanzenreste einer gründlichen Untersuchung unterworfen worden sind, etwas specieller durchzugehen, wobei wir von Westen nach Osten vorwärts schreiten wollen.

a. Niederrheinisches Becken.

Dieses, zwischen Linz, Düsseldorf und Aachen liegende Becken gewinnt schon deshalb ein ganz besonderes geologisches Interesse, weil es in seinem südlichsten Theile, in den Gegenden des Siebengebirges und weiter aufwärts bis Linz, mit den dortigen Trachyt- und Basaltbildungen auf das Innigste verbunden ist**). Die trachytischen und basaltischen Conglomerate und Tuffe

*) Die erwähnten Arbeiten befinden sich im zweiten Bande der von Dunker und v. Meyer herausgegebenen *Palaeontographica*, 1852, S. 115 und 257 ff., ferner in dem Werke: Neuer Beitrag zur Tertiärflora der niederrheinischen Braunkohlenformation von Wessel und Weber, Cassel 1856, sowie in der Zeitschrift der deutschen geol. Ges. III, S. 391 ff., wo Weber die Resultate seiner früheren Arbeit, und IV, S. 484 ff., wo Göppert eine Uebersicht der Braunkohlenflora des nordöstlichen Teutschland mittheilt, welche er durch die im Jahre 1855 erschienene »Tertiäre Flora von Schossnitz in Schlesien« vervollständigte. Die Resultate von Heer finden sich im dritten Bande seiner *Flora tertiaria Helvetiae*.

**) Wir entlehnen das Folgende aus der trefflichen neuesten Schilderung, welche v. Dechen in seinem Werke: Geognostischer Führer in das Siebengebirge am Rhein, Bonn 1861, S. 264 ff. mitgetheilt hat.

sind nämlich dort der unteren Abtheilung der Braunkohlenformation eingelagert, so dass sich gewisse Schichten dieser Formation als antetrachytische, andere dagegen als posttrachytische betrachten lassen würden. Doch legt v. Dechen kein besonderes Gewicht auf diese Unterscheidung.

Die oft in losen Sand übergehenden Sandsteine, die Quarzite, Hornsteine und Quarzconglomerate, welche die untere Etage der Formation bilden, sind an vielen Stellen des Siebengebirges ganz entschieden unter dem Trachytconglomerate gelagert, und enthalten namentlich am Quegsteine bei dem Wintermühlenhofe sehr viele Pflanzenabdrücke und verkieselte Hölzer. Ganz ähnliche Gesteine finden sich am Allrott, in dessen Nähe sie von blaulichgrauem Thone mit Nieren von thonigem Siderit unterteuft werden, sowie an der Dollendorfer Hardt, und an einigen anderen Puncten, wo die Hornsteine zum Theil in Polirschiefer übergehen. Auch auf der linken Rheinseite kennt man bei Lannesdorf Sandsteine und sideritführende Thone, welche gleichfalls jenen unteren Schichten angehören dürften, wogegen die bei Muffendorf vorkommenden Sandsteine und Hornsteine über dem Trachytconglomerate liegen.

Die obere Abtheilung der Formation besteht bei einer, weiter nördlich stellenweise bis über 300 Fuss steigenden Mächtigkeit, aus einer Abwechslung von weissen, grauen oder blaulichen Thonen mit grauen oder weissen Sanden, und dazwischen eingeschalteten Flötzen von meist erdiger, bisweilen holziger Braunkohle, von Alaunthon und Lagen von thonigem Siderit*), zu welchen Materialien sich noch hier und dort, wie bei Rott, Linz (am Stösschen) und Orsberg, Lager von Blätterkohle oder Dysodil, mit Streifen von Polirschiefer und Diatomeenpelit, nebst Halbopal und Schieferthonen gesellen.

Nach den neuesten, in v. Dechen's angeführten Werke von Otto Weber mitgetheilten Zusammenstellungen kennt man aus der niederrheinischen Braunkohlenformation bis jetzt überhaupt 247 Species von Pflanzen. Unter diesen befinden sich 120, welche auch in anderen Gegenden bekannt sind; und zwar kommen von diesen 120 Arten

45 auch in der tongrischen Stufe,
89 in der aquitanischen Stufe,
72 in der mainzer Stufe, und
56 in der öninger Stufe **)

vor, weshalb denn die meiste Uebereinstimmung mit der aquitanischen und mainzer Stufe Statt findet. Berücksichtigen wir aber die eigentlichen Leitpflanzen, so werden wir ganz besonders auf die aquitanische Stufe, also auf die obere Oligocänformation verwiesen.

»Etwa die Hälfte aller Arten fällt auf Typen der tropischen und subtropischen, die andere Hälfte auf solche der subtropischen und temperirten Klimate; die meisten entsprechen amerikanischen Arten, und dieser vorwaltend amerikanische Charakter der Flora verweist uns ebenfalls auf die aquitanische Stufe, während den Floren der tongrischen Stufe weit mehr indisch-australische For-

---

*) Der thonige Siderit findet sich theils in stetigen Lagen von einem Zoll bis zu zwei und selbst drei Fuss Mächtigkeit, theils in einzelnen, aber lagenweise vertheilten Nieren, welche zuweilen bis 6 Fuss lang und 3 Fuss dick werden.

**) Wegen dieser Stufen ist oben S. 10 und 11 zu vergleichen.

men zukommen. Höchst auffallend im Gegensatze zu unsrer jetzigen Flora ist die ungemeine Manchfaltigkeit der Laubbäume, die grosse Zahl immergrüner Gewächse und das Vorkommen der Palmen.«

Indem wir wegen der Gesammtzahl der Species auf das von Weber a. a. O. S. 355 ff. gegebene Verzeichniss verweisen, heben wir nur die Namen derjenigen Species aus, welche an mehreren Fundorten vorgekommen sind.

Pteris Göpperti Web.
Arundo (Culmites) Göpperti Heer
* *Cyperus Chavannesi Heer*
Smilax sagittifera Heer
Majanthemophyllum petiolatum Web.
Sparganium Braunii Heer
* *Librocedrus salicornioides Endl.*
* *Glyptostrobus europaeus Heer*
Cupressites Brongniarti Göpp.
Cupressinoxylon durum Göpp.
. . . . pachyderma Göpp.
Pinites protolarix Göpp.
. . . . ponderosus Göpp.
Stenonia Ungeri Endl.
† *Sequoia Langsdorfii Heer*
Alnus Kefersteini Göpp.
Betula Brongniarti
† *Quercus grandidentata Ung.*
. . . . . lonchitis Ung.
. . . . . neriifolia Braun
. . . . . tenerrima Web.
. . . . . Göpperti Web.
* *. . . . . Weberi Heer*
* *Carpinus grandis Heer*
Ulmus plurinervia Ung.
* *Planera Ungeri Ett.*
* *Ficus elegans Web.*
†* *. . . lanceolata Heer*
* *. . . arcinervis Heer*
. . . tiliaefolia Braun
Liquidambar europaeum Braun
Salix arcinervia Web.
. . . grandifolia Web.
* *Laurus primigenia Ung.*
* *. . . . princeps Heer*
. . . . styracifolia Web.
. . . . protodaphne Web.
Cinnamomum Rossmässleri Heer
* *. . . . . . . polymorphum Ung.*
* *. . . . . . . lanceolatum Heer*
Daphnogene Ungeri Heer
Daphnogene elliptica Web.
* *Nyssa rugosa Web.*
* *. . . maxima Web.*
* *. . . obovata Web.*
† *Echitonium Sophiae Web.*
* *Chrysophyllum nervosissimum Web.*
* *Bumelia Oreadum Ung.*
* *Sapotacites minor Heer*
Diospyros Myosotis Ung.
* *Dombeyopsis Decheni Web.*
Grewia crenata Heer
* *Acer trilobatum Braun,* in mehren Varietäten.
. . . integrilobum Web.
. . . pseudocampestre Ung.
. . . vitifolium Braun
. . . dubium Web.
. . . cyclospermum Göpp.
* *Malpighiastrum lanceolatum Ung.*
Malpighia glabraefolia Web.
Dodonaea prisca Web.
* *. . . . . pteleaefolia Web.*
Celastrus scandentifolius Web.
Ilex sphenophylla Ung.
. . . dubia Web.
† *Rhamnus Decheni Web.*
. . . . . acuminatifolius Web.
Juglans ventricosa Brong.
. . . . acuminata Braun
. . . . bilinica Ung.
Carya elaenoides Ung.
Pterocarya denticulata Web.
Rhus Noeggerathi Web.
Xanthoxylon Braunii Web.
Combretum europaeum Web.
Rosa dubia Web.
* *Dalbergia retusaefolia Web.*
Gleditschia gracillima Web.
Cassia phaseolites Ung.
Ceratonia septimontana Web.
Cucubalitis Goldfussi Göpp.

Die 5 mit † bezeichneten Species finden sich nach Weber besonders häufig in dem Sandsteine vom Quegstein und an der Hardt, während die 23 mit * bezeichneten Species zu den häufigsten Formen gehören, welche bei Rott, dem reichsten Fundorte vorkommen, an dem nicht weniger als 206 Species bekannt sind. Ueberhaupt liefern

die Lager der Blätterkohle und die mit ihnen verbundenen kieseligen Schiefer die meisten Pflanzenreste (Rott, Orsberg, Stösschen, Liessem); auch die Sandsteine vom Quegsteine und Allrott sind, obwohl nur in einzelnen Lagen, reich an Blattabdrücken; die thonigen Siderite liefern stellenweise, wie bei Dambroich und Lengsdorf, ausgezeichnet schöne Abdrücke.

Während die Blätterkohle ausserordentlich viele Blattabdrücke enthält, so fehlen solche gänzlich in den mächtigen Lagern der erdigen Braunkohle, in denen fast nur Hölzer, theils in Stämmen, theils in Fragmenten vorkommen, welche als *Cupressinoxylon pachyderma, C. pallidum, Pinites protolarix, P. ponderosus* u. s. w. bestimmt worden sind. Die Stämme liegen meist horizontal, und sind dann platt gedrückt, erreichen aber zuweilen sehr bedeutende Dimensionen; auf der Grube Bleibtreu fanden sich einmal zwei horizontale, platt gedrückte Stämme, von denen der eine 45 Fuss lang, 4 Fuss breit und 6 Zoll dick, der andere über 39 Fuss lang, 14 Fuss breit und 17 Zoll dick war. Selten kommen auch aufrechte Stammtheile mit noch ansitzenden Wurzelstöcken vor. Nöggerath beschrieb schon vor längerer Zeit ein paar solcher Stämme von Friesdorf bei Bonn, deren einer 7, der andere 11 Fuss dick war, und später ist ebendaselbst einer von 12 Fuss Durchmesser gefunden worden. Auf der Grube Bleibtreu am Siebengebirge entdeckte man nicht weniger als 35 aufrechtstehende Stämme, von denen die stärksten 9 Fuss im Durchmesser hatten; v. Dechen a. a. O. S. 344; ja Hartig fand daselbst einen 11 Fuss dicken Stamm, dessen Jahresringe durchschnittlich $1/_{47}$ Zoll dick waren, so dass dieser, dem Genus *Campoxylon* anghörige Cypressenbaum mindestens 3000 Jahr gelebt haben musste; Botan. Zeitung, 1853, S. 604.

Der Dysodil, die Polierschiefer und Diatomeenpelite bestehen grossentheils oder gänzlich aus Kieselpanzern von Diatomeen, unter welchen namentlich *Gallionella lineata, Discoplea comta* und *Cocconema Leptoceras* sehr zahlreich und oft massenhaft vorkommen; ja, die letztgenannte Species bildet fast ausschliesslich den Polierschiefer von Liessem.

Thierische Ueberreste sind weit seltener, und stammen durchaus nur von solchen Thieren, welche auf dem Lande oder in Landgewässern leben. Von Mollusken kennt man aus dem Hornsteine von Muffendorf *Limnaeus corneus* und *subpalustris, Planorbis cornu* und *P. pseudoammonius*, auch *Litorinella acuta*; dazu gesellt sich *Cypris angusta*. In der Papierkohle finden sich nicht selten Insecten, deren bereits an 50 Species bekannt sind; dieselbe Kohle beherbergt viele Abdrücke von Fischen, besonders aus der Gattung *Leuciscus*, wie namentlich *L. papyraceus*, *L. macrurus*, *L. tarsiger*, *L. puellaris* u. a. Von Reptilien kommen theils bei Rott, theils bei Orsberg unter anderen vor: *Andrias Tschudii*, *Palaeobatrachus gigas* und *P. Goldfussi*, *Rana Meriani*, *Chelydra Decheni*; von Säugethieren kennt man einzelne Reste von *Sus brevirostris, Rhinoceros incisivus*, von Hirschen, Wieseln u. s. w.

b. Braunkohlenbildungen der Rhön.

Die hohe Rhön, dieses von Süden nach Norden gestreckte Plateau, besteht wesentlich aus Basalt, basaltischen Tuffen und aus der Braunkohlenformation, welche letztere am westlichen und östlichen Plateaurande zu Tage austritt, und im Westen bei Tann, Batten und Sieblos, im Osten bei Kaltennordheim, im Eisgraben bei Fladungen, bei Bischofsheim und anderen Orten durch den Bergbau aufgeschlossen worden ist.

